

防災点検の有効性と災害の低減に向けて（北海道版）

国立研究開発法人土木研究所 つくば中央研究所 地質研究監 佐々木 靖人
同上 特命上席研究員 浅井 健一
同上 寒地土木研究所 上席研究員(防災地質) 倉橋 稔幸
国道239号霧立峠地すべり(2012/4/26)

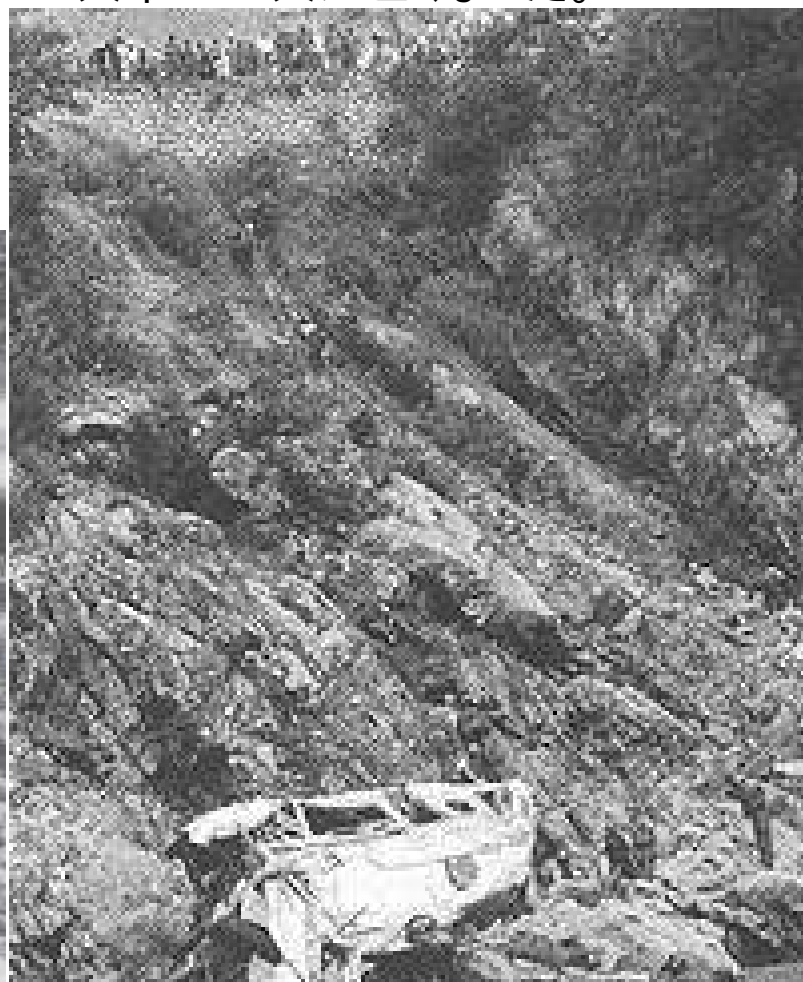
道路防災総点検の経緯 伊藤(1997)¹⁾に加筆				
回数	年度	対象道路	点検対象項目	主な契機
第1回	1968 昭和43年	直轄国道		岐阜国道41号飛騨川バス転落事件(1968/8/18)
第2回	1970 昭和45年	一般国道、都道府県道、主な市町村道		高知国道56号落石事件(最高裁、1970/8/20判決)
第3回	1971 昭和46年	一般国道、都道府県道、主な市町村道、高速自動車国道、首都高速道路、阪神高速道路、有料道路	落石、雪崩、盛土法面崩落、石積擁壁、地すべり、洗掘、橋梁、トンネル、その他	国道150号静岡市大崩海岸岩石崩落事故(1971/7/5)
第4回	1973 昭和48年	一般国道、都道府県道、主な市町村道	同上	
第5回	1976 昭和51年	一般国道、都道府県道、主な市町村道、高速自動車国道、首都高速道路、阪神高速道路、有料道路	落石(土砂崩落・沢崩れ)、盛土切土法面、擁壁、地すべり、橋梁(洗掘のみ)、トンネル、雪崩、その他	
第6回	1979 昭和54年	同上	法面、斜面(落石・崩壊・地すべり・雪崩)、溪流、盛土法面、橋梁、その他	
第7回	1986 昭和61年	同上	法面、斜面(落石・崩壊・地すべり・雪崩)、溪流(土石流)、擁壁、橋梁、地吹雪(吹溜まり)、その他	
第8回	1990 平成2年	同上	落石、崩壊、岩石崩壊、地すべり、土石流、雪崩、盛土、擁壁、橋梁、橋梁、地吹雪、落石覆工、トンネル、その他	国道305号玉川地先岩石崩落事故(1989/7/16)
第9回	1996 平成8年	一般国道、都道府県道、主な市町村道、高速自動車国道、首都高速道路、阪神高速道路、本州四国連絡道路、有料道路	落石・崩壊、岩石崩壊、地すべり、雪崩、土石流、盛土、地吹雪、橋梁、橋梁基礎の洗掘、歩道橋、共同溝、掘割道路、開削トンネル、擁壁、ロックシェッド、スノーシェッド	兵庫県南部地震(1995/1/17) 北海道国道229号豊浜トンネル岩盤崩落事件(1996/2/10)
	2005 平成17年			フォローアップ点検 2

日本の道路防災の転換点

昭和43年8月18日 国道41号 飛騨川バス転落事故

1968年8月18日未明、乗鞍岳へ向かうツアー客を乗せた観光バス15台のうち2台が、豪雨で名古屋方面へ引き返す途中、白川町の国道41号で土石流に巻き込まれ、飛騨川に転落した。乗客乗員107人中104人が亡くなった。

豪雨による土石流
災害により104名
死亡



▲飛騨川バス転落事故現場（白川町提供）

これをきっかけに
事前通行規制や
道路防災点検等
の制度が開始。



3

飛騨川災害の原因： 発生源は表層崩壊

8月19日、転落現場から約300メートル下流で、五号車がタイヤを上押し潰された状態で発見された。しかし、六号車は発見できなかった。

8月22日に上流のダムを閉じて搜索し、転落地点から900メートル下流の川底にて半分砂に埋もれ岩に引っかかった状態で見つかった。

バス転落現場



崩壊源



4

飛騨川バス転落事故訴訟

- 現地を調査した損害保険会社調査団や刑事責任の有無について現場検証を行った岐阜県警は、事故の原因となったがけ崩れは不可抗力であり、バス会社への業務上過失致死傷罪は問えず、自賠責保険は「無責」として支払いの対象外であるとの認識が下された。また、岐阜地方検察庁も不起訴とした。
- 当時の運輸大臣は10月11日に閣議で、自賠責法第三条における完全無責の条件は業務上の過失がないことを完全に証明できた場合にのみ適用されるが、「飛騨川バス転落事故の場合は運転を行った岡崎観光自動車事故発生を未然に防ぐための注意義務に欠けていたため、業務上過失責任は立証される」と解釈し、自賠責の対象とするべきであると結論した。

(武部健一著『日本の道路史』²⁾)

岐阜国道41号飛騨川バス転落事件³⁾

- しかし、国が当初から道路管理は適正と主張していたことに対して不満を持っていた遺族会は、国道41号の整備が不良であるために起きた人災であるとして、国の国道管理に対する責任を問うため、総額6億5,000万円の国家賠償を求める訴訟を名古屋地方裁判所に起こした。名古屋地裁は1973年(昭和48年)3月30日の第一審判決において、「国の過失六割、不可抗力四割」と認定して約9,300万円の賠償を国に求める判決を下したが、原告の遺族会はこれを不服として控訴した。
- 1974年(昭和49年)11月20日の名古屋高等裁判所の控訴審判決は、「土石流を防止することは当時の科学技術の水準では困難であった」として道路自体の欠陥は否定しながらも、事故現場付近で斜面崩壊が起きる危険性は予測可能であったとし、通行禁止などの措置をとらなかったことを瑕疵と認めるなど原告側主張を全面的に認め、国に約4億円の支払いを命じた。国側は上告せず、結審した。

飛騨川バス転落事件のその後

- 自然斜面（道路用地外）からの災害
- しかし道路管理者が敗訴

→以降、道路土砂災害は、道路用地内外問わず道路管理者が防災を実施

異常気象発生時における国道の防災体制が整備される契機となった。事故の翌月には全国の直轄国道で総点検が実施されていたが、これは後に「道路防災点検」として制度化され、5年ごとに実施されるようになった。また雨量にもとづく事前通行規制も制度化され、一定量以上の降水量が記録された場合にはゲートを閉じて国道を通行止めにする対策が採られるようになった。



上麻生規制区間（七宗町—白川町、11.4km）で連続雨量150mmで通行規制されている。このうち、6.2kmが局部改良事業として新規事業化され、平成30年からトンネルや橋で回避するために測量・設計が進められている⁴⁾。

高知国道56号落石事件³⁾

- 道路から斜距離約77mの箇所が、自然風化と降り続いた雨が誘因となって幅約10m、高さ約2mにわたり崩壊して、土砂とともに大小20個ぐらいの岩石が道路上に落下し、このうち直径約1mぐらいの岩石が走行中の貨物自動車にあたり、同車の同乗者が死亡した。

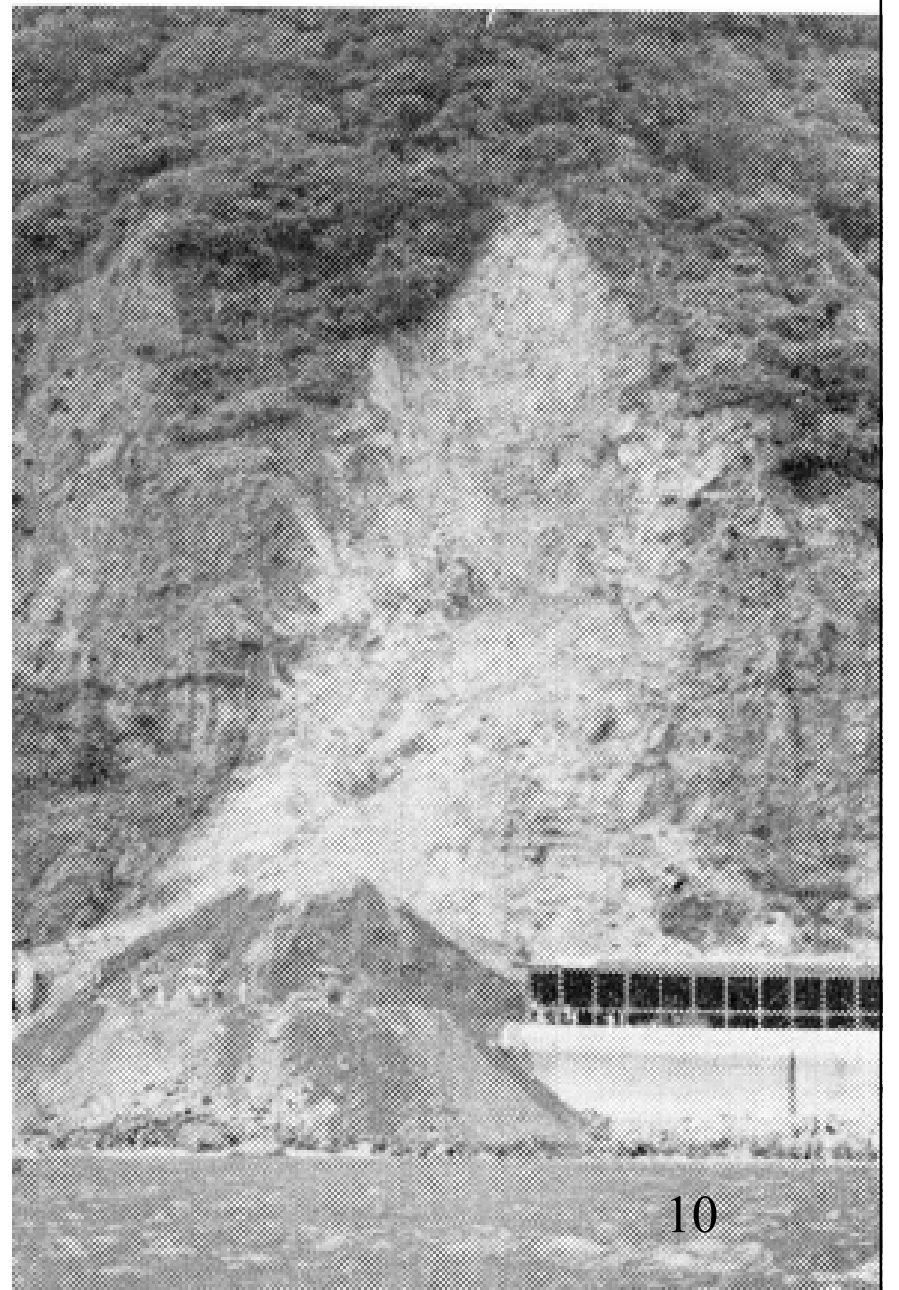
高知国道56号落石事件

- 従来右道路の付近ではしばしば落石や崩土が起き、通行上危険があつたにもかかわらず、道路管理者において、「落石注意」の標識を立てるなどして通行車に対し注意を促したにすぎず、道路に防護柵または防護覆を設置し、危険な山側に金網を張り、あるいは、常時山地斜面部分を調査して、落下しそうな岩石を除去し、崩土のおそれに対しては事前に通行止めをするなどの措置をとらなかつたときは、通行の安全性の確保において欠け、その管理に瑕疵があつたものというべきである(最高裁、昭和45年8月20日判決)。
- 「予算措置を講ずることが困難であるからといって、責任は免れない」とされたもので、この判決を契機として、全国の直轄国道の危険箇所の総点検等について通達が出された。これ以降、道路防災総点検が制度化された。

9

国道150号静岡市大崩海岸 岩石崩落事故⁵⁾

- 国道150号線大崩海岸の崩落事故について(経過と事故の状況)昭和46年7月5日午前8時40分ごろに国道150号の静岡,焼津間で約4,000m³程度の崩落があり、その直下にあつた国道の第5洞門(鋼製門構)を約50m程度破壊埋没し,乗用車1台が被災した。
- 一般国道、都道府県道、主な市町村道に対象を拡大し、第2回目の道路防災総点検を実施した。



10

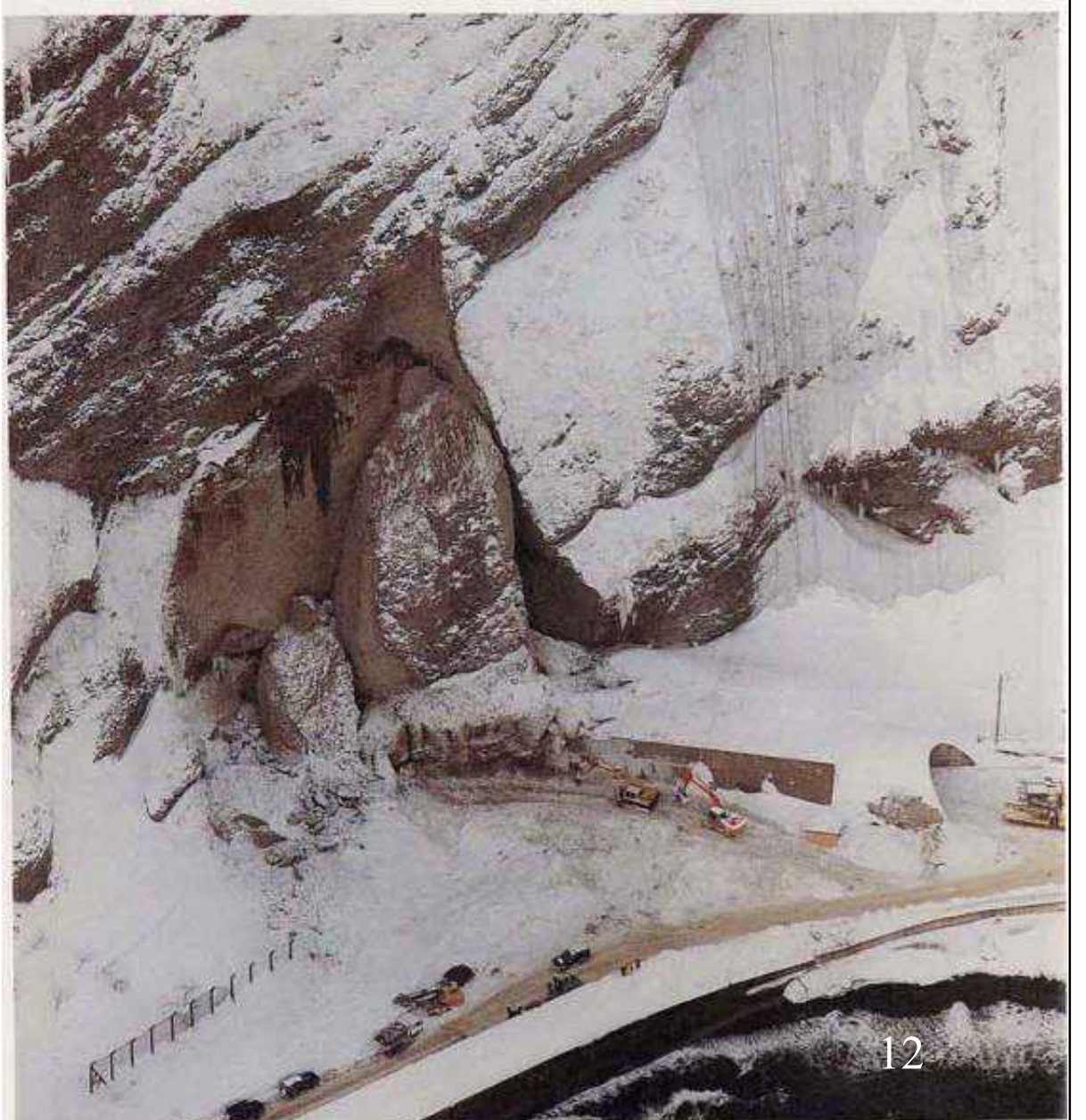
国道305号玉川地先岩石崩落事故⁶⁾

- 1989(平成元年)年7月16日、福井県越前海岸で発生した、落石により、直下を通行中のマイクロバスが被災し、15名の死者が出た。
- ロックシェッドが設置されていたが、ロックシェッドごと押しつぶされた。
- その後の平成2年の点検では、初めて「岩石崩壊」という点検項目が設定された。



豊浜トンネル崩落事故⁷⁾

- 平成8年2月10日に国道229号のトンネル坑口付近において11,000m³の岩盤が崩落し、トンネル内を通過中のバス1台、乗用車2台が崩落岩盤に押し潰され、20名が死亡し、1名が負傷した。
- 平成2年点検以降、6年ぶりに道路防災総点検が行われる契機となった。



北海道国道229号豊浜トンネル 岩盤崩落事件³⁾

- 1991年と1994年にも現場付近で小規模な崩落が起きており、安全対策を怠ったとして北海道開発局の元幹部2名が書類送検されたが、不起訴処分となっている。
- 遺族の一部は責任を追及しようと、本件事故の原因及び国の帰責事由をすべて明らかにすることを求めて、民事訴訟を起こした。
- 判決では、『損害賠償訴訟における事故原因ないし責任原因の判断は、あくまでも原告の損害賠償請求権の成否の判断のため、その前提としてなされるべきである。本件において、争いのない責任原因以外について判断しても、慰謝料等に特段の違いが生じるものでないと解されるから、国の責任自体の改名のため争いのない事実以外の責任原因の有無を心理判断することは、民事訴訟としての実益を欠くといわざるを得ない。よって、争いのない責任原因以外の事故原因に関する「予見可能性」について心理、判断を加えることは相当ではない。』（札幌地裁、平成13年3月29日判決）
- 事故直後の2月13日、全国の道路トンネル坑口部及び落石覆工が設置されている箇所のにり面、斜面について緊急点検を実施した。
- 第9回目の防災点検実施の契機となった。

13

裁判で調査すれば 予見できたとされた災害³⁾

- 秋田国道107号落石事件（秋田地裁、昭和45年3月30日判決）
- 長野国道158号土砂崩落事件（神戸地裁、昭和48年8月8日判決）
- 静岡国道135号（東伊豆有料道路）落石事件（大阪高裁、昭和56年2月18日判決）
- 滋賀県道土砂崩落事件（最高裁、平成11年4月13日判決）

14

この災害を契機として、現在の基本的な 道路防災対策が確立

- ・異常気象時事前通行規制区間の設定
(現在、約180区間)
- ・道路防災点検の実施(5年に1回)
- ・防災対策工事の計画的な実施
- ・道路施設賠償責任保険
(県管理道路等に適用) など

あやうい
状況に

15

道路ストックの総点検

(平成25年2月27日国土交通省通達)

○笹子トンネル事故を受けて実施

橋梁、トンネル、舗装、のり面工・土工構造物、付属物

【のり面工・土工構造物】

切土のり面(のり面保護工、のり面排水工等)、盛土(のり面、のり面排水工等)、グラウンドアンカー工、擁壁工、ロックシェッド、スノーシェッド、落石防護工(柵・網工等)、落石予防工(ロープ掛け工等)、その他の斜面安定工、カルバート工など

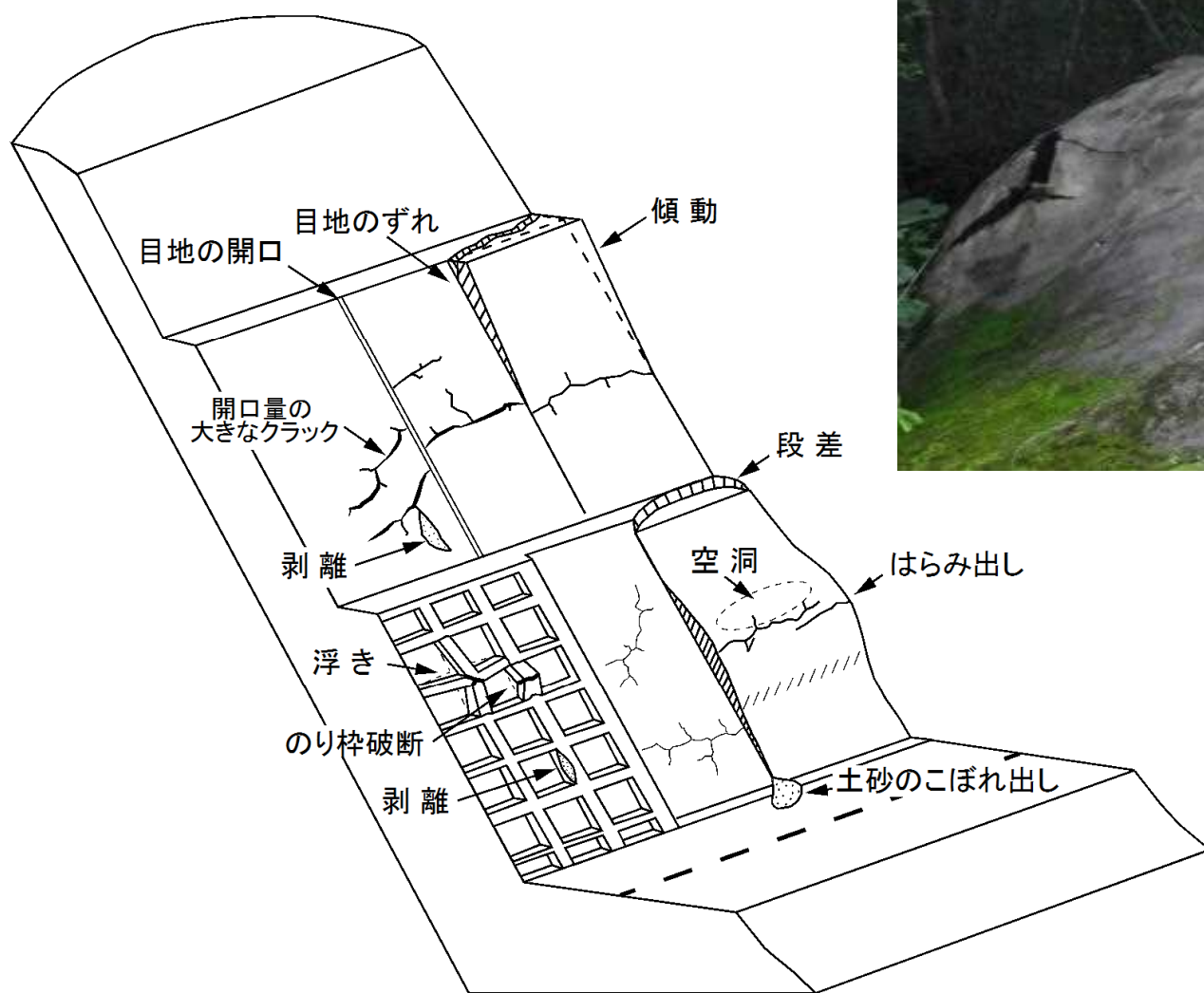
・第三者被害を防止する観点から、のり面工・土工構造物の異常(部材の落下等により災害、第三者被害につながるおそれのある変状等)を把握するための点検

・路上からの目視を基本(双眼鏡等の使用を含む)

・路上からの目視で異常を判断できない場合には近接目視(のり肩・小段等にかかる、のり尻に下りる等)、打音等により確認

16

「道路ストックの総点検」



異常の例(切土のり面)

「道路ストックの総点検」

○笹子トンネル事故を受けた「緊急点検」的位置づけ

・点検後の対応や継続的な点検・維持管理について別途考える必要

○「目視」を基本とした「構造物の明らかな異常」に限定

・市町村道でも行うことを念頭

延長が膨大

これまでののり面斜面管理がほとんど行われていないと想定される

のり面斜面の現状がほとんど把握されていない

道路管理者も経験に乏しい

・自然斜面、切土のり面の地山自体の劣化・風化は対象外

・路上付近から目視できない箇所はカバーできない(斜面上方の落石防護工・予防工など)

・道路防災点検に取って代わるものではない

・「防災点検」「構造物の点検」の両方を含めた「継続的な点検・維持管理体制」の構築が重要

道路土工構造物の点検の動向

○道路法改正（平成25年5月29日）

- 42条2項、3項：点検基準を含む維持点検基準の義務づけ
- 第42条（道路の維持又は修繕）

道路管理者は、道路を常時良好な状態に保つように維持し、修繕し、もつて一般交通に支障を及ぼさないように努めなければならない。

2 道路の維持又は修繕に関する技術的基準その他必要な事項は、政令で定める。

3 前項の技術的基準は、道路の修繕を効率的に行うための点検に関する基準を含むものでなければならない。

○道路土工構造物基準（平成27年3月）

- この技術基準は、道路法第29条及び第30条を適用して、道路土工構造物を新設し、又は改築する場合における一般的技術基準を定めるもの

○道路土工構造物点検要領（平成29年8月）

- 道路法施行令第35条の2第1項第二号の規定に基づいて行う点検について、基本的な事項を示したもの
- ただし、自然斜面は、道路土工構造物でないことから本要領の対象外とし、事前通行規制や「道路防災総点検」（平成8年）等の既存の取組み方法を引き続き活用

19

2. 点検要領のポイント 位置付けと適用の範囲

本要領の位置付け

本要領は、道路土工構造物を対象とした、道路法施行令第35条の2第1項第二号の規定に基づいて行う点検について、基本的な事項を示したもの

なお、道路の重要度、施設の規模、新技術の適用などを踏まえ、独自に実施している道路管理者の既存の取組みや、道路管理者が必要に応じてより詳細な点検、記録を行うことを妨げるものではない

1. 適用の範囲

本要領は、道路法上の道路における道路土工構造物のうち、すでに点検要領が策定されているシェッド、大型カルバート等を除くものの点検に適用

○自然斜面は、道路土工構造物でないことから本要領の対象外とし、事前通行規制や「道路防災総点検」（平成8年）等の既存の取組み方法を引き続き活用



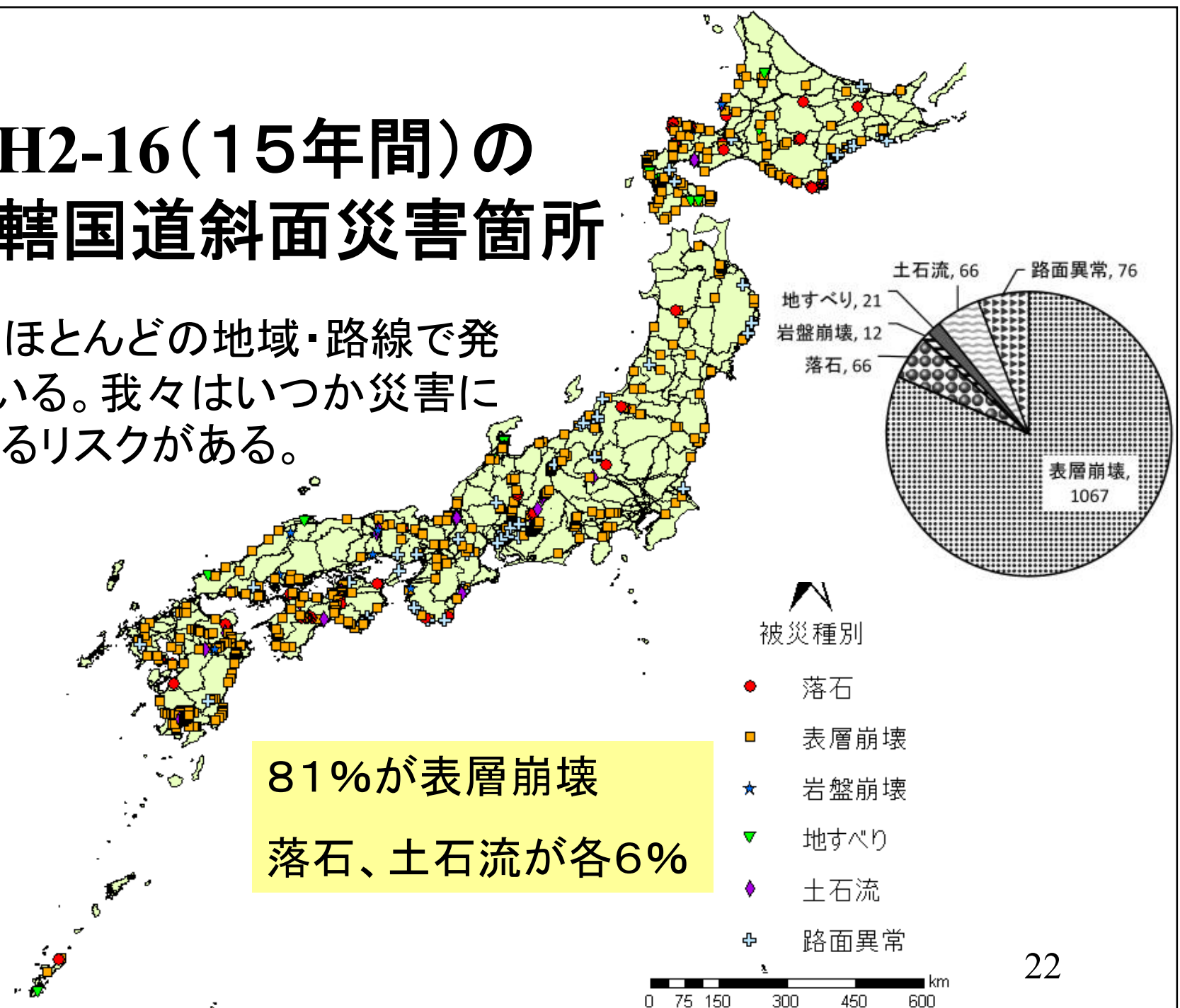
災害統計から見た災害実態と その影響

- ①発生数
- ②災害形態

21

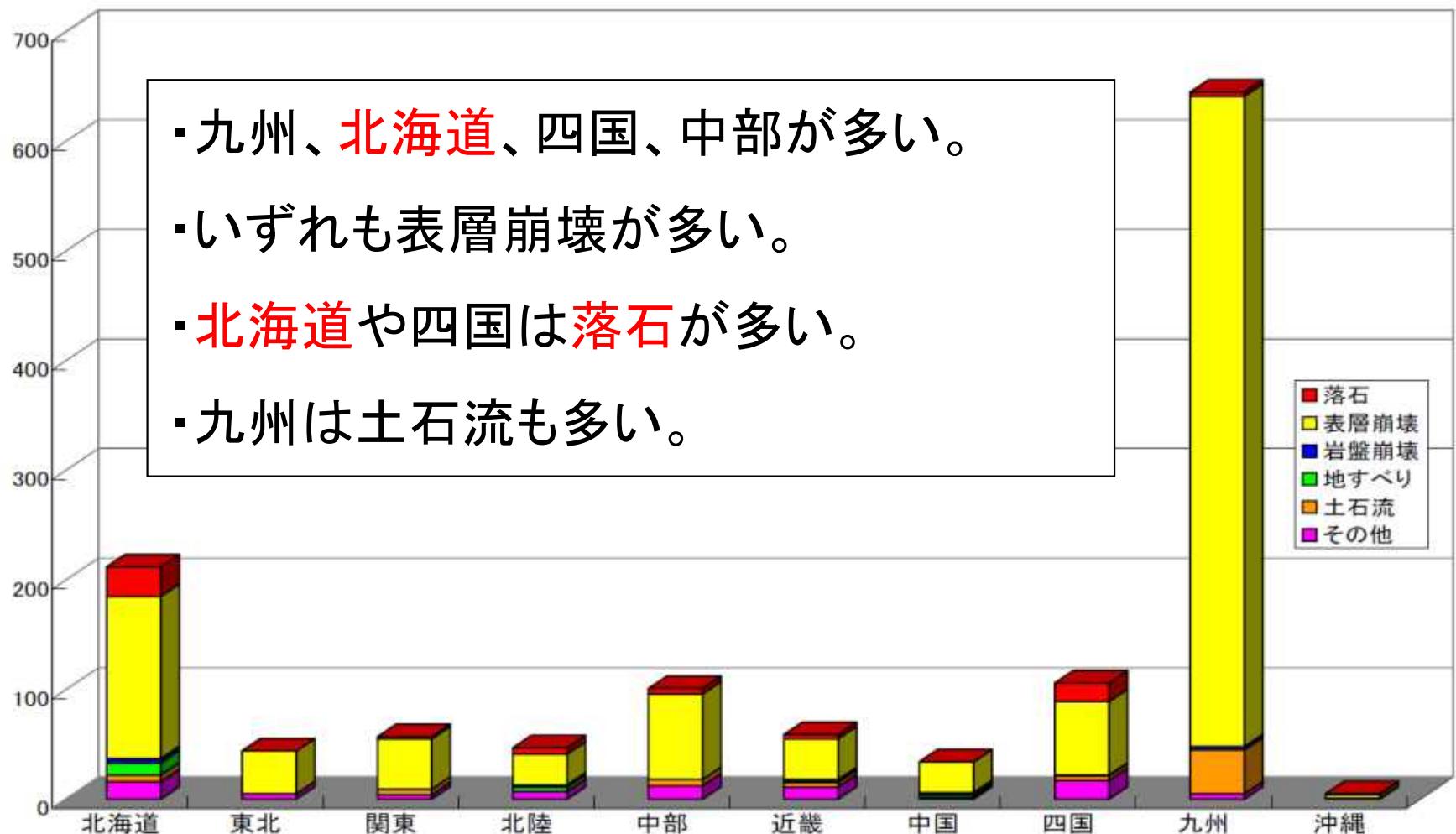
H2-16(15年間)の 直轄国道斜面災害箇所

災害はほとんどの地域・路線で発生している。我々はいつか災害に遭遇するリスクがある。



22

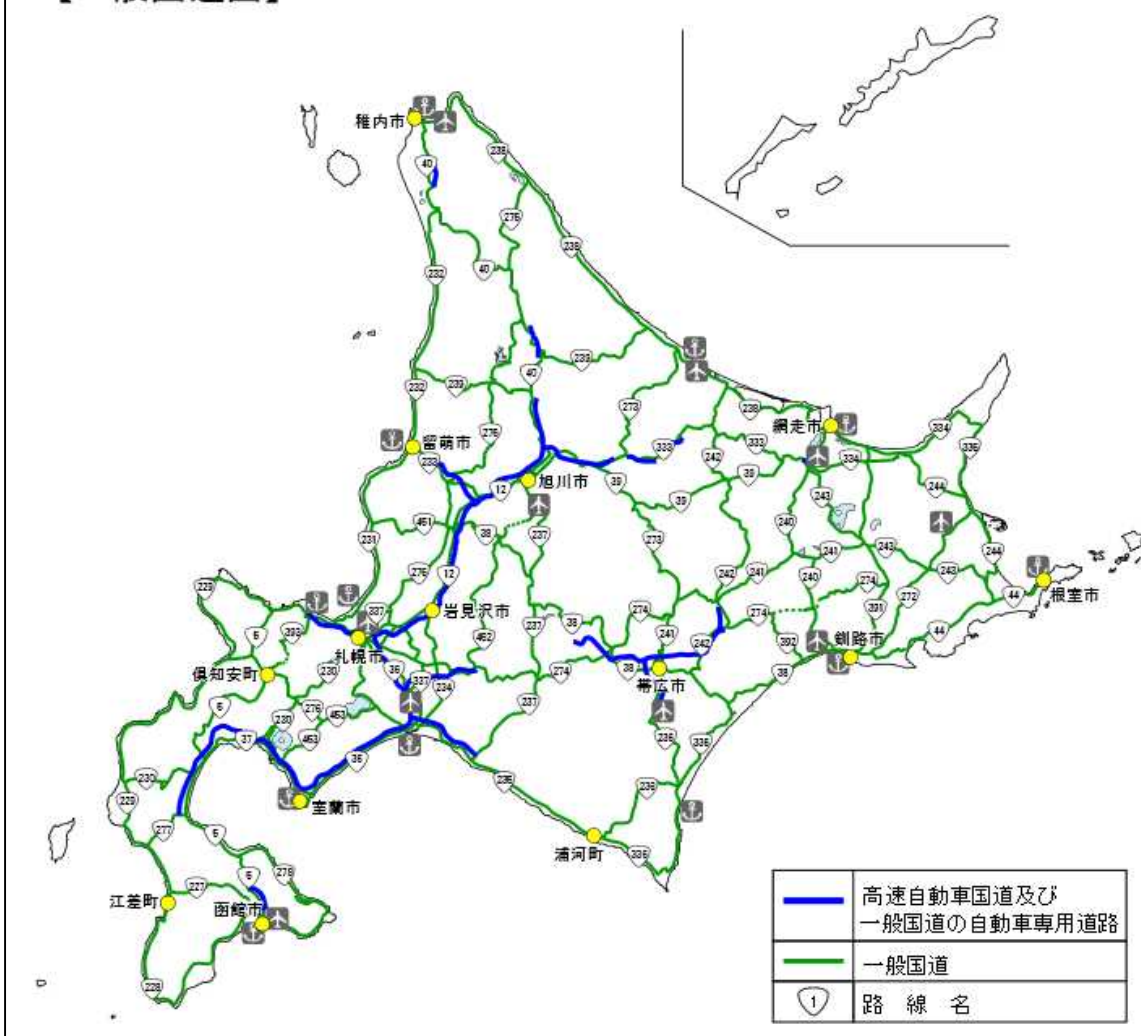
地方毎の発生数(H2-16)



23

北海道の直轄国道は約6,800km

【一般国道図】



国道： 6,786 km

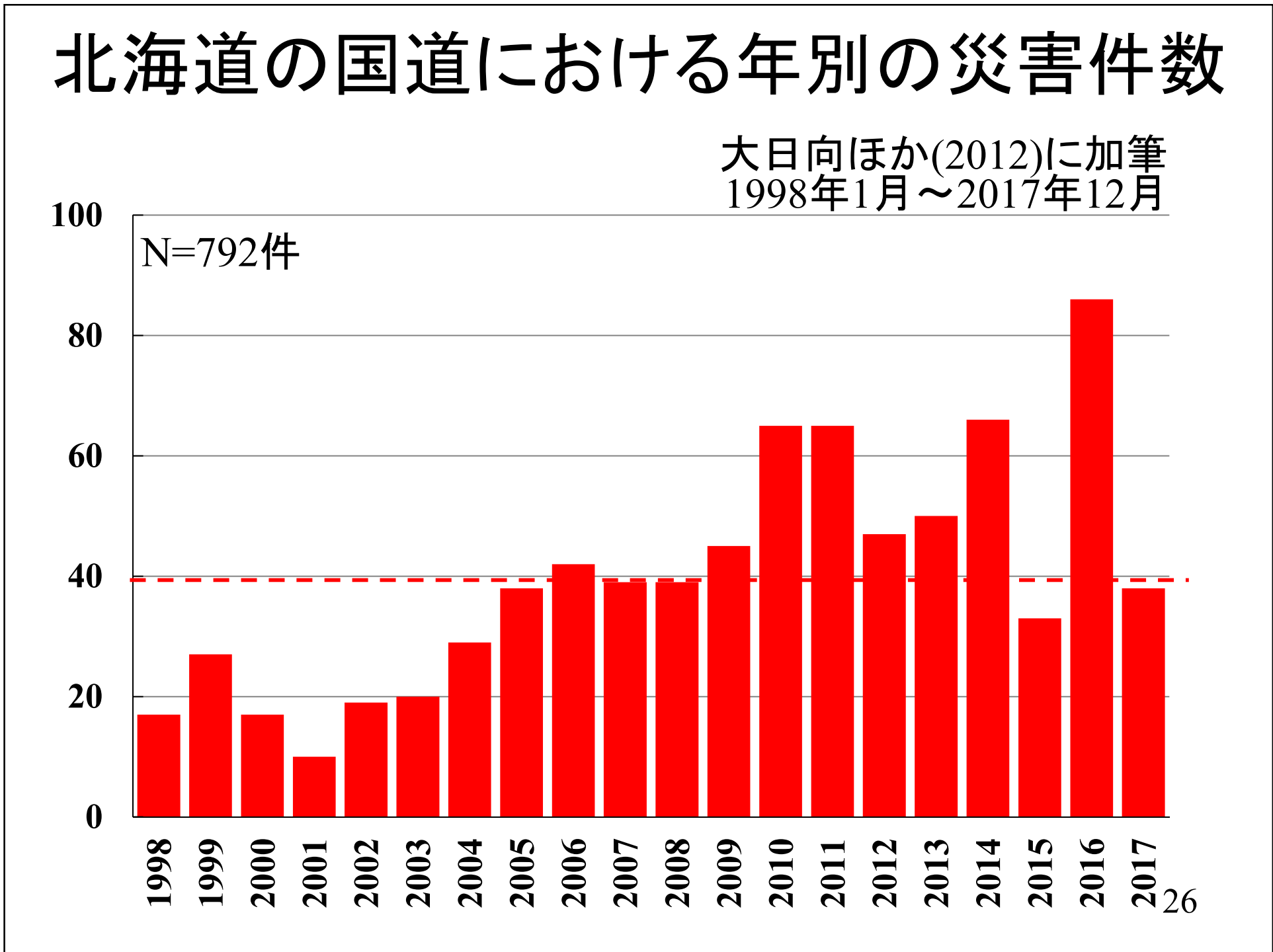
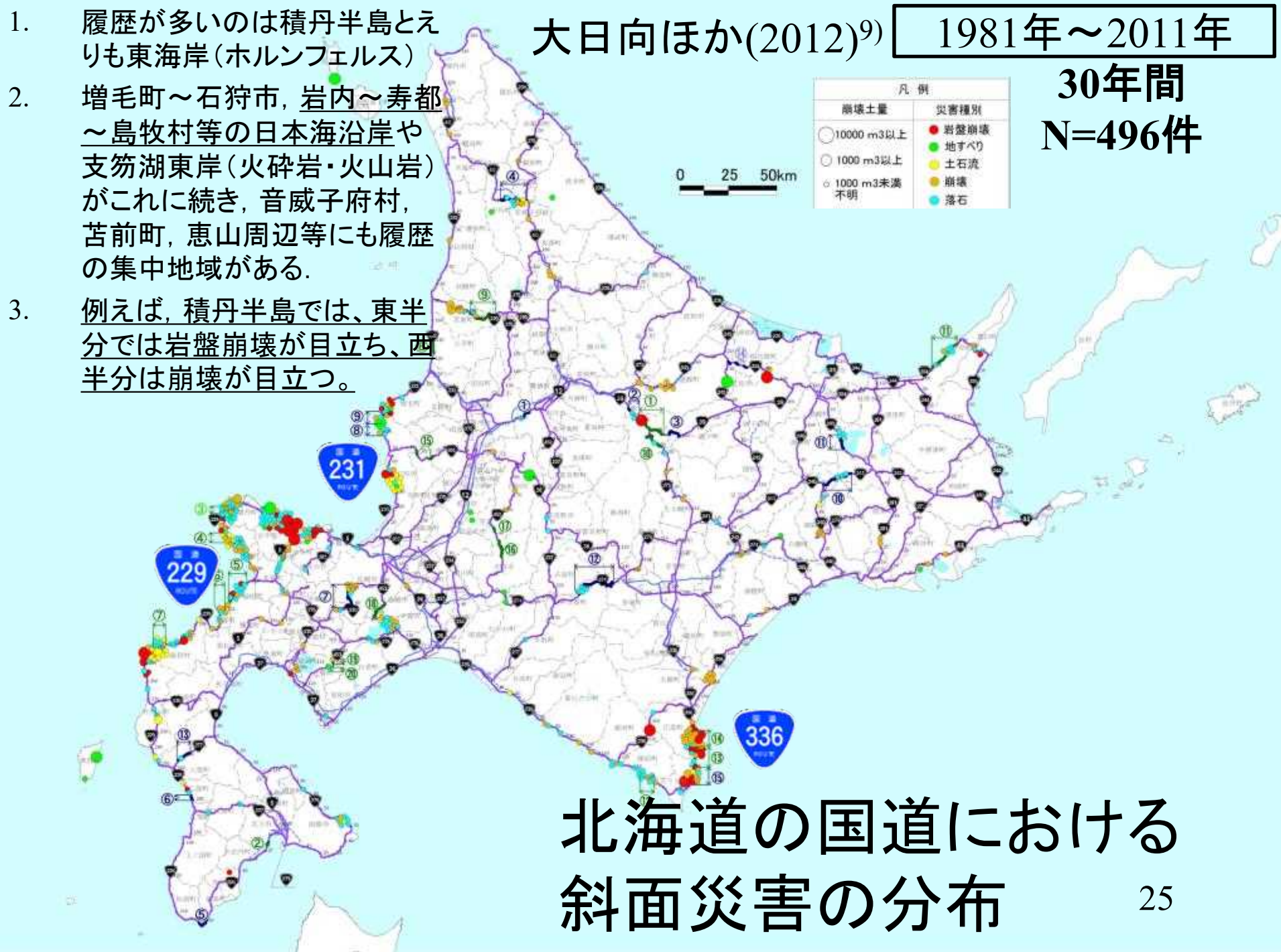
道道： 11,871 km

市町村道： 71,104 km

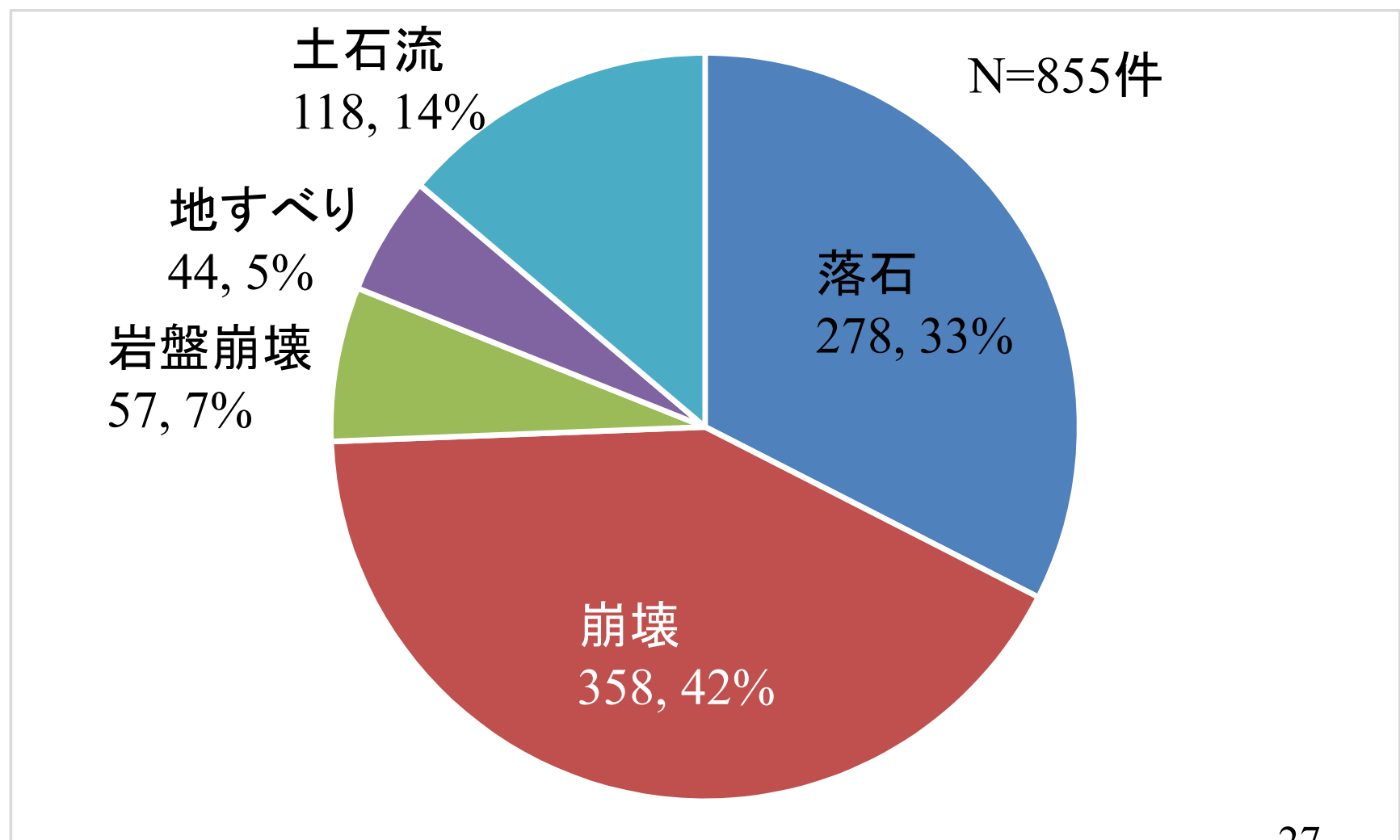
合計 89,761 km

(H30道路現況調書)

24



災害形態の内訳



事前通行規制区間と基準雨量

- ①規制区間数
- ②規制区間の災害発生率
- ③通行止め時間、回数
- ④災害時の雨量と基準雨量

北海道の事前通行規制区間

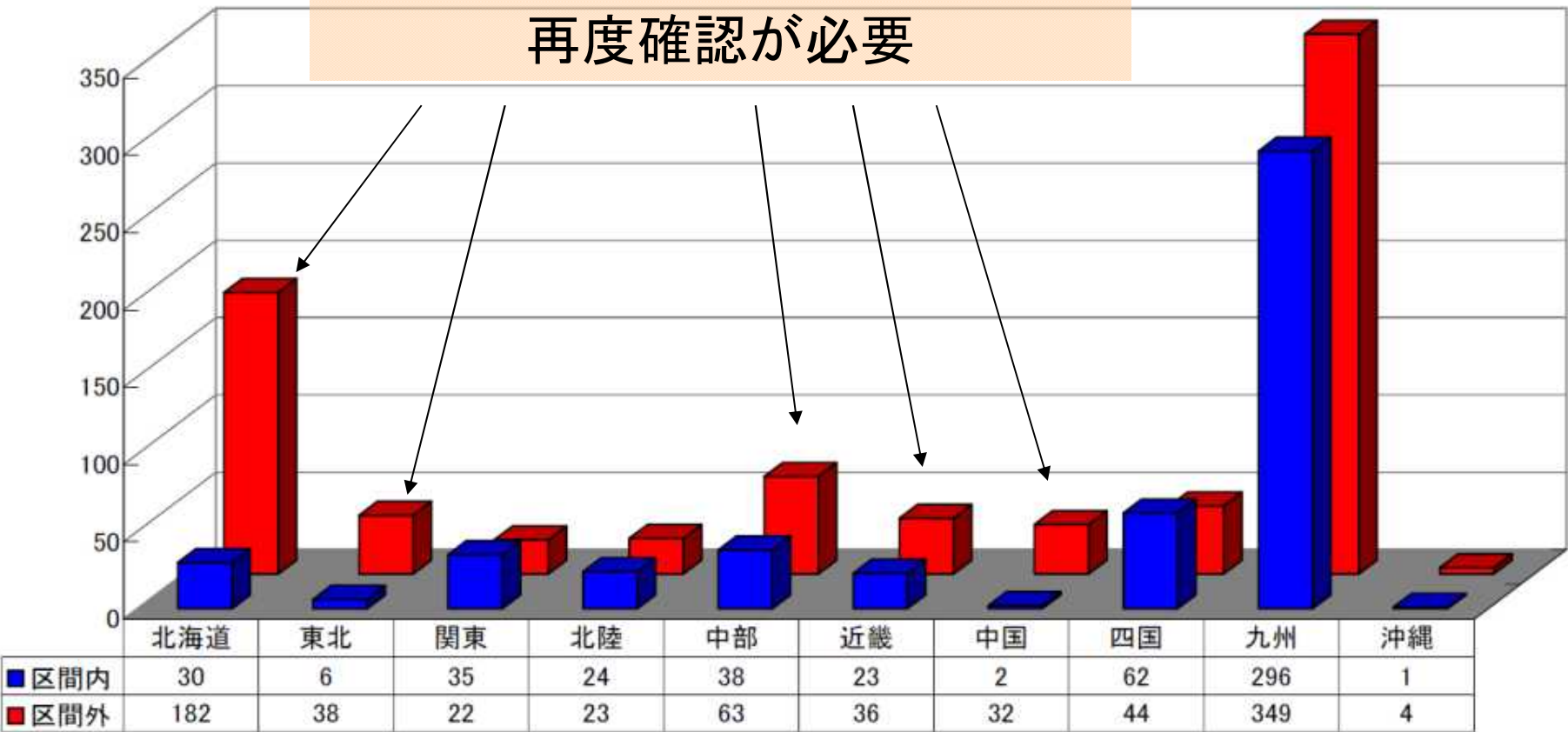
路線名	規制開始地点	規制終了地点	規制基準雨量
国道39号	上川郡上川町層雲峡温泉	北見市留辺蘂町富士見	連続雨量100mm
国道273号	河東郡上士幌町三股	上川郡上川町層雲峡大学平	連続雨量100mm
国道228号	北斗市矢不來	北斗市茂辺地	連続雨量110mm
国道229号	古宇郡神恵内村珊内村	古宇郡神恵内村赤石村	連続雨量100mm
国道229号	岩内郡岩内町敷島内	磯谷郡蘭越町港町	連続雨量120mm
国道229号	寿都郡寿都町横澗	寿都郡寿都町鮫取澗	連続雨量100mm
国道229号	島牧郡島牧村原歌町	島牧郡島牧村栄浜	連続雨量80mm
国道232号	留萌郡小平町大楸	留萌郡小平町花岡	連続雨量120mm
国道239号	雨竜郡幌加内町字添牛内	苫前郡苫前町字霧立	連続雨量80mm
国道273号	河東郡上士幌町三股	上川郡上川町白楊平	連続雨量100mm
国道334号	斜里郡斜里町ウトロ西	斜里郡斜里町日の出	連続雨量140mm
国道336号	様似郡様似町冬島	様似郡様似町旭	連続雨量100mm
国道336号	幌泉郡えりも町目黒	広尾郡広尾町音調津	連続雨量80mm
国道336号	広尾郡広尾町音調津	広尾郡広尾町ツチウシ	連続雨量120mm
国道451号	石狩市浜益区御料地	樺戸郡新十津川町幌加	連続雨量100mm
国道452号	夕張市鹿島北栄町	三笠市桂沢	連続雨量100mm
国道452号	夕張市鹿島北栄町	三笠市桂沢	連続雨量100mm
国道453号	札幌市南区滝野	千歳市幌美内	連続雨量160mm
国道453号	伊達市大滝区北湯沢温泉町334－4	伊達市大滝区字昭園135－5	連続雨量100mm
国道453号	有珠郡壮瞥町字蟠溪18－15	有珠郡壮瞥町上久保内37－50	連続雨量100mm

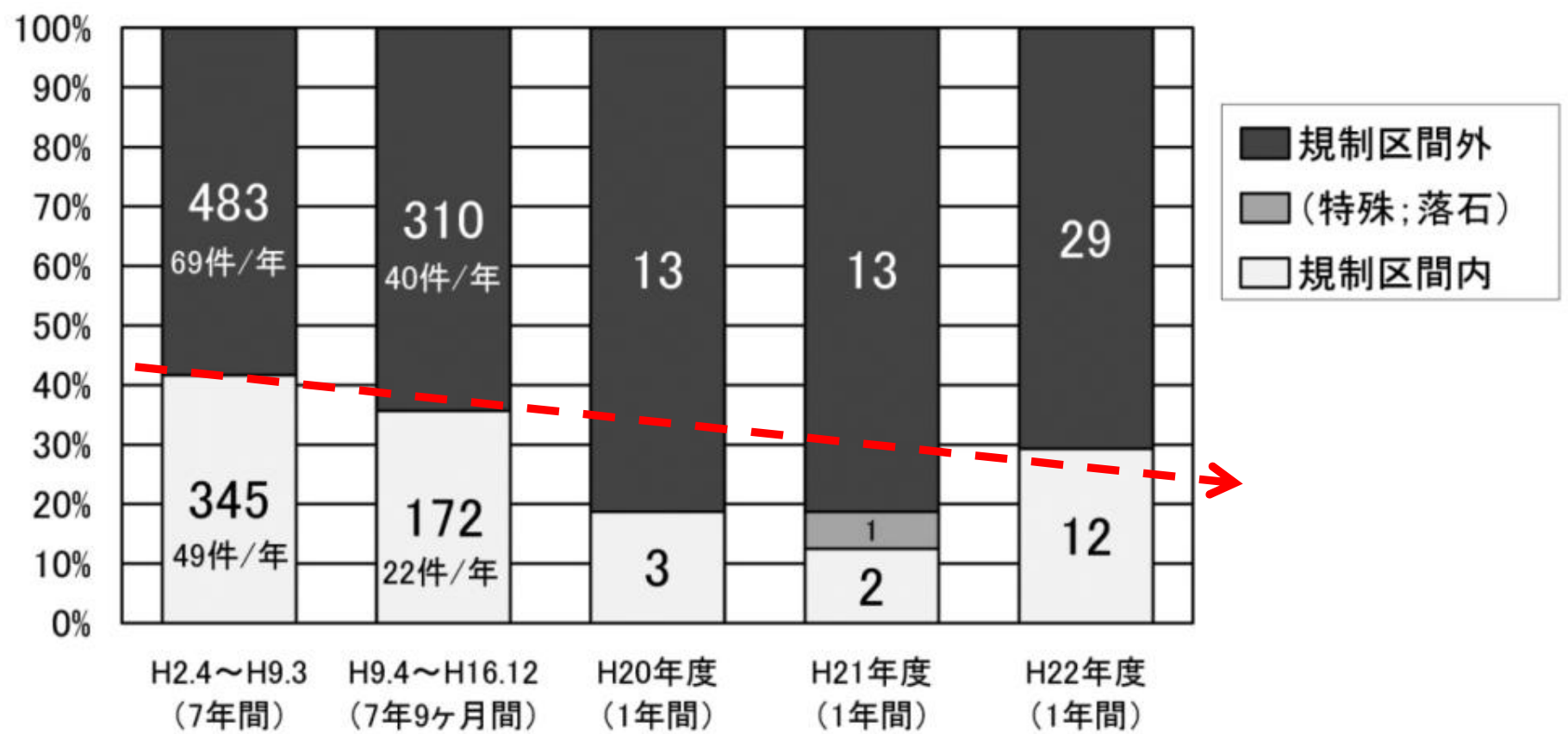
29

事前通行規制区間内外での災害数 (H2-16)

事前通行規制区間は妥当か？

再度確認が必要





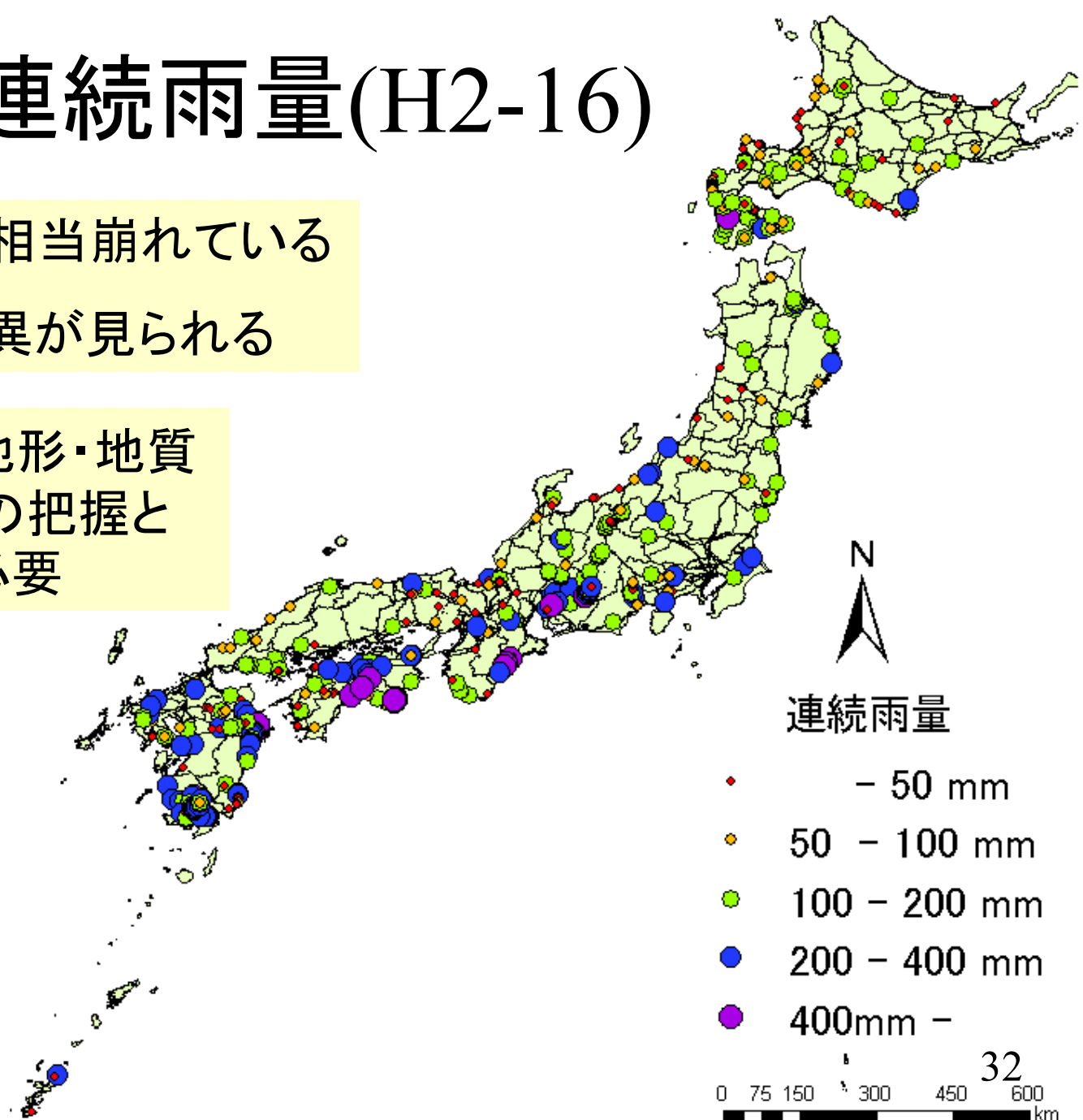
事前通行規制区間内外での災害の推移
→ 区間外がさらに増加？

31

災害時の連続雨量(H2-16)

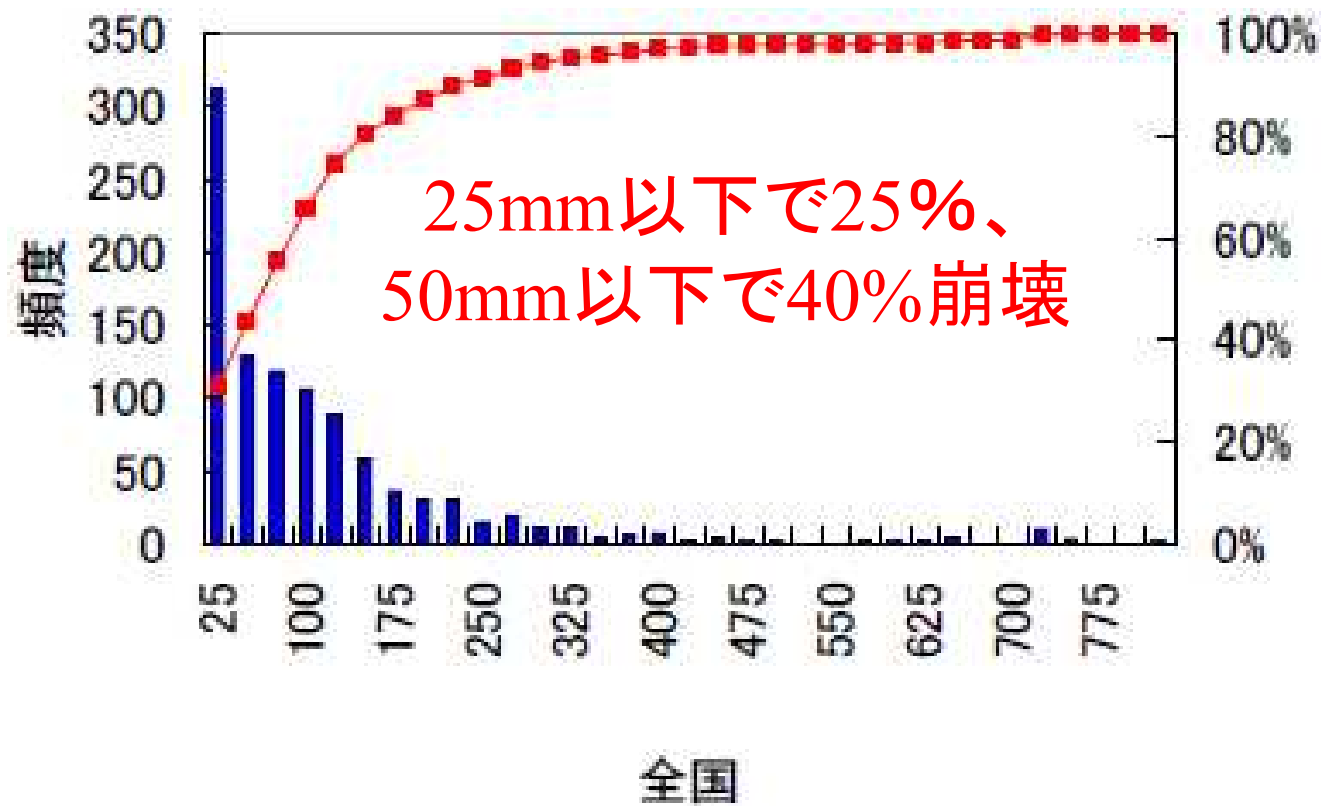
- ・少ない雨でも相当崩れている
- ・地域による差異が見られる

降雨パターン・地形・地質
を分析し、原因の把握と
対応の検討が必要



32

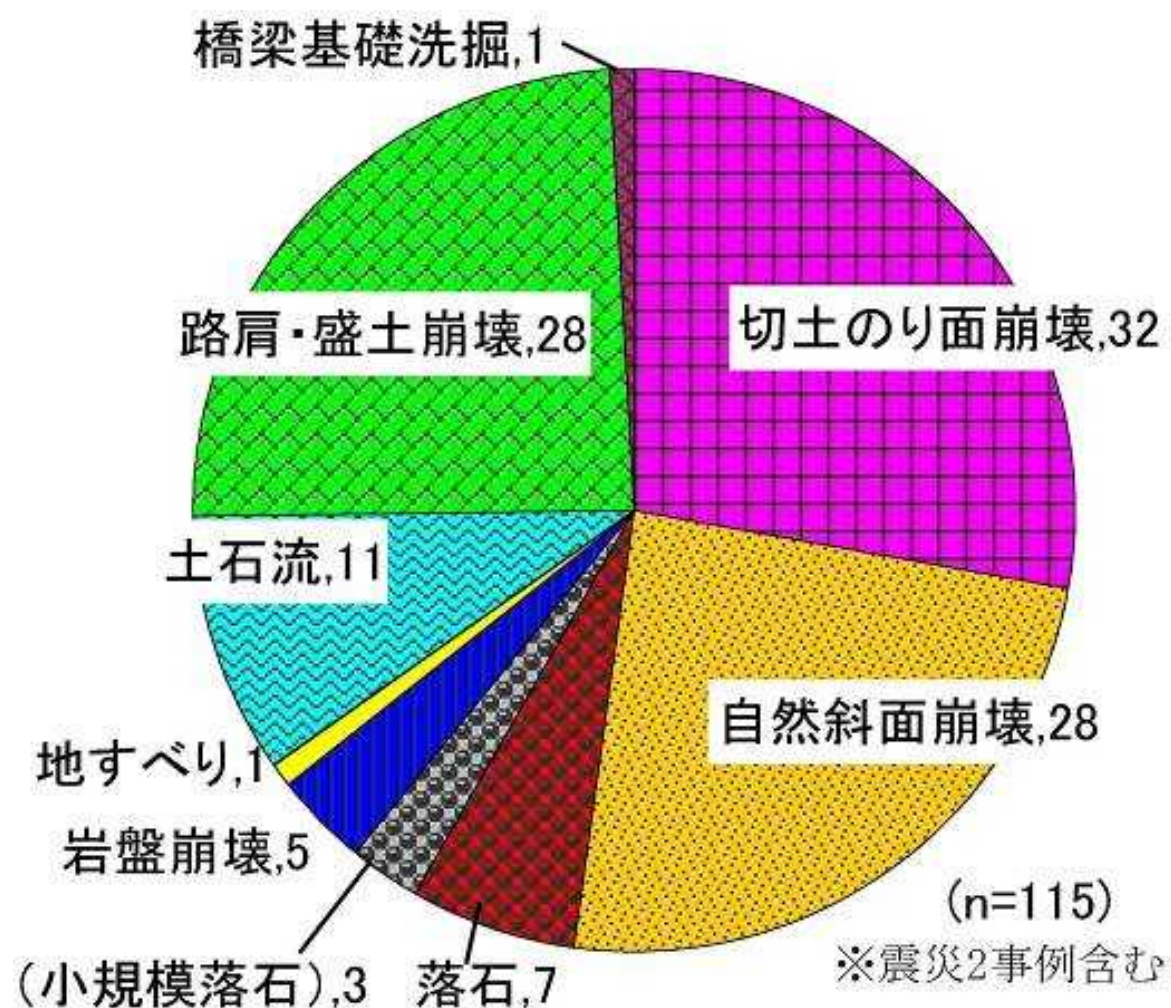
連続雨量と災害発生率(H2-16)



少ない雨量で崩れるものは、点検でつかまえるしかない。

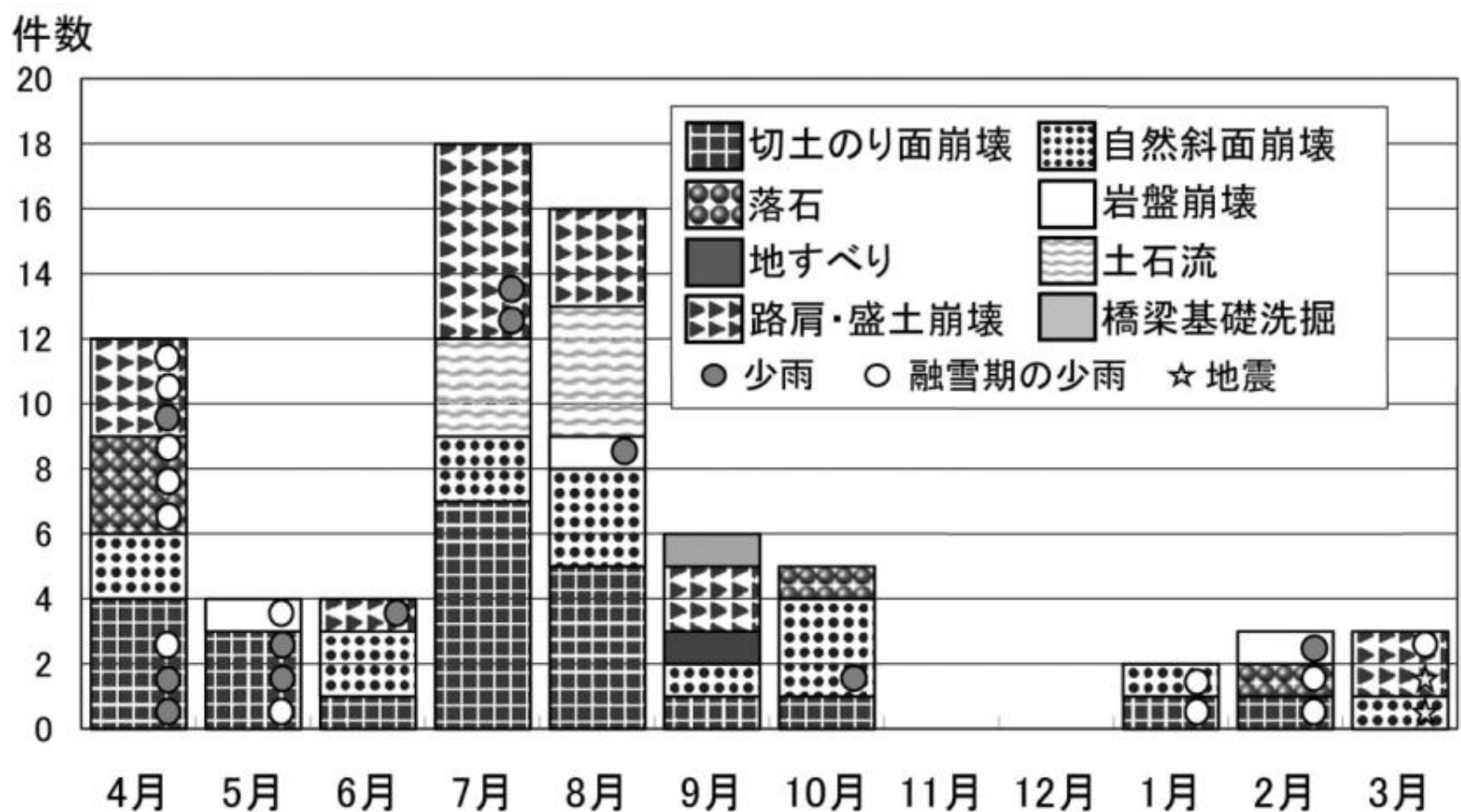
→少ない雨での災害実態の調査が必要

33



平成20～23年度直轄国道災害事例の災害形態

34

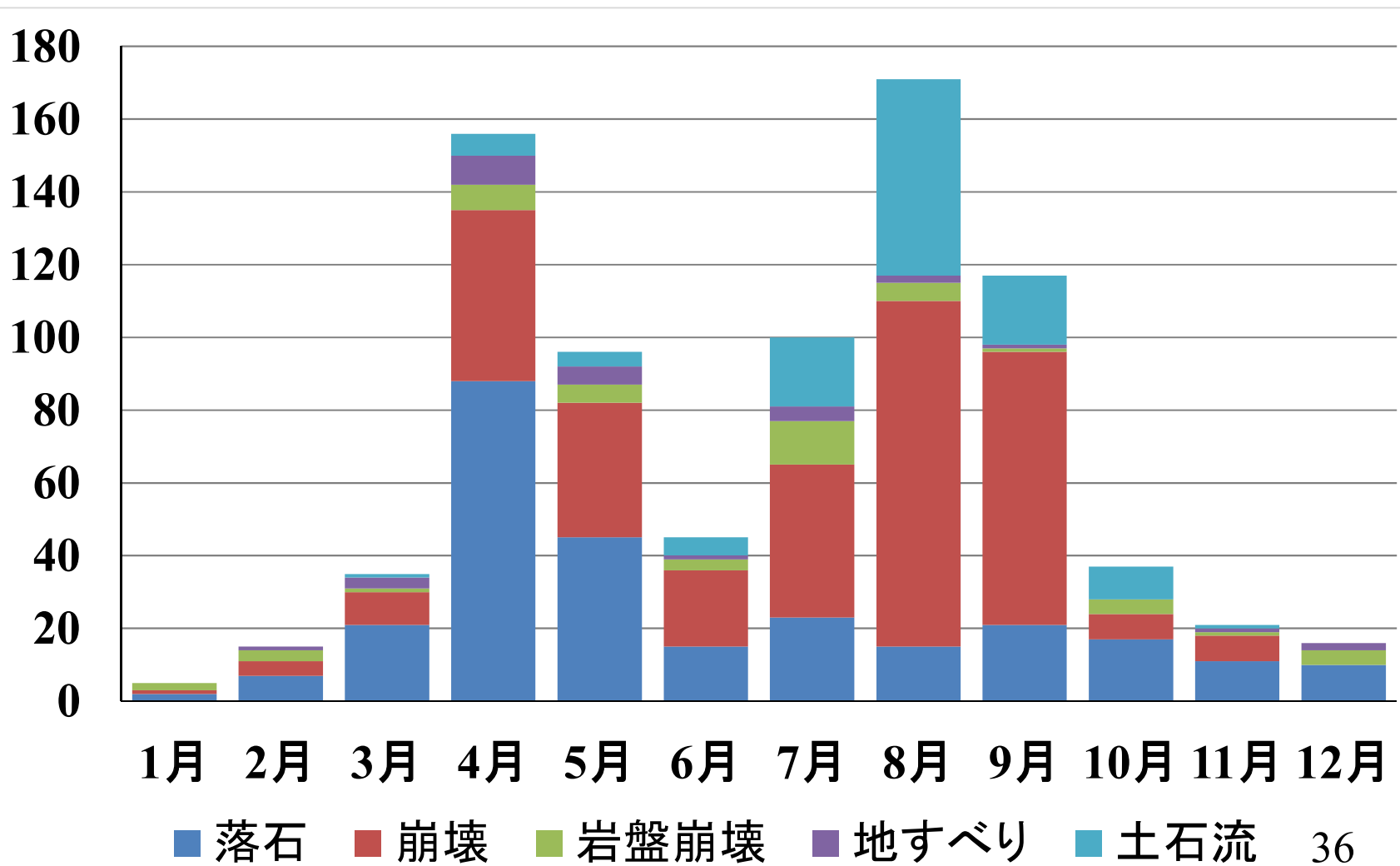


災害発生時期
→夏だけはでない

35

北海道の月別の斜面災害件数

- 春(融雪期)と夏に多い傾向にある。



大日向ほか(2012)に加筆

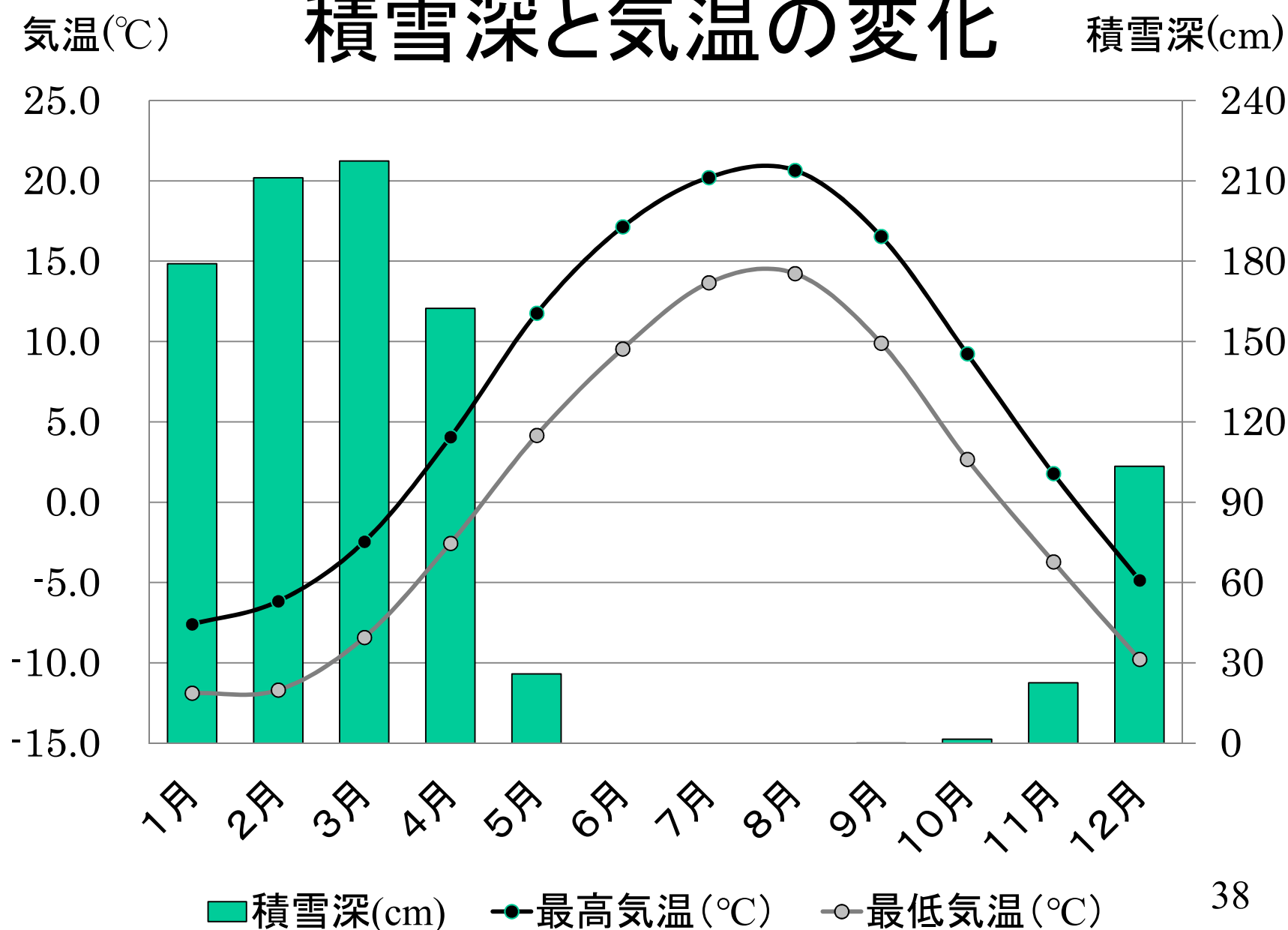
36

中山峠の地すべり災害2)

- 発 生 日：平成24年5月4日
- 災害内容：一般国道230号被災。人的被害なし
- 通行規制：5/4～5/23:全面通行止め
- 5/23～26：片側交互通行
- 災害の種類：地すべり、切土のり面崩壊、
- 盛土崩壊
- 地質: 新第三紀鮮新世 安山岩
- 備考：特殊通行規制区間 (L=17.1km)



札幌近郊における国道モデル地区の 積雪深と気温の変化



- 
- 発生日：平成24年4月26日未明
 - 災害内容：国道被災（延長214.2m）。人的被害なし
 - 通行規制：4/26～6/26(全面通行止め61日間)
 - 災害の種類、規模：地すべり、約60万m³
 - 地質：新第三系古丹別層（泥岩）
 - 備考：事前通行規制区間（L=18.6km, 連続雨量80mm）

一般国道239号(苫前町霧立)の 地すべり災害²⁾

39



後志利別川の地すべり災害²⁾

- 発生日：平成24年4月19日午前4:00頃
- 災害内容：河道閉塞（延長160m）。人的被害なし
- 災害の種類、規模：地すべり、約41万m³₄₀
- 地質：新第三紀中新世 八雲層（シルト岩）

羅臼町幌萌海岸の地すべり

- 日時：平成27年4月24日早朝から午後
- 災害内容：海岸が800mにわたり、高さ10～15m、幅約30mの規模で隆起した。地すべり頭部の町道の一部が損壊した。人的被害なし。
- 規模：末端の幅約380 m、奥行約260m、比高40 m
- 地質：新第三紀鮮新世幾品層の泥岩類

41

国道5号仁木町の表層崩壊

自然斜面

切土のり面

至余市

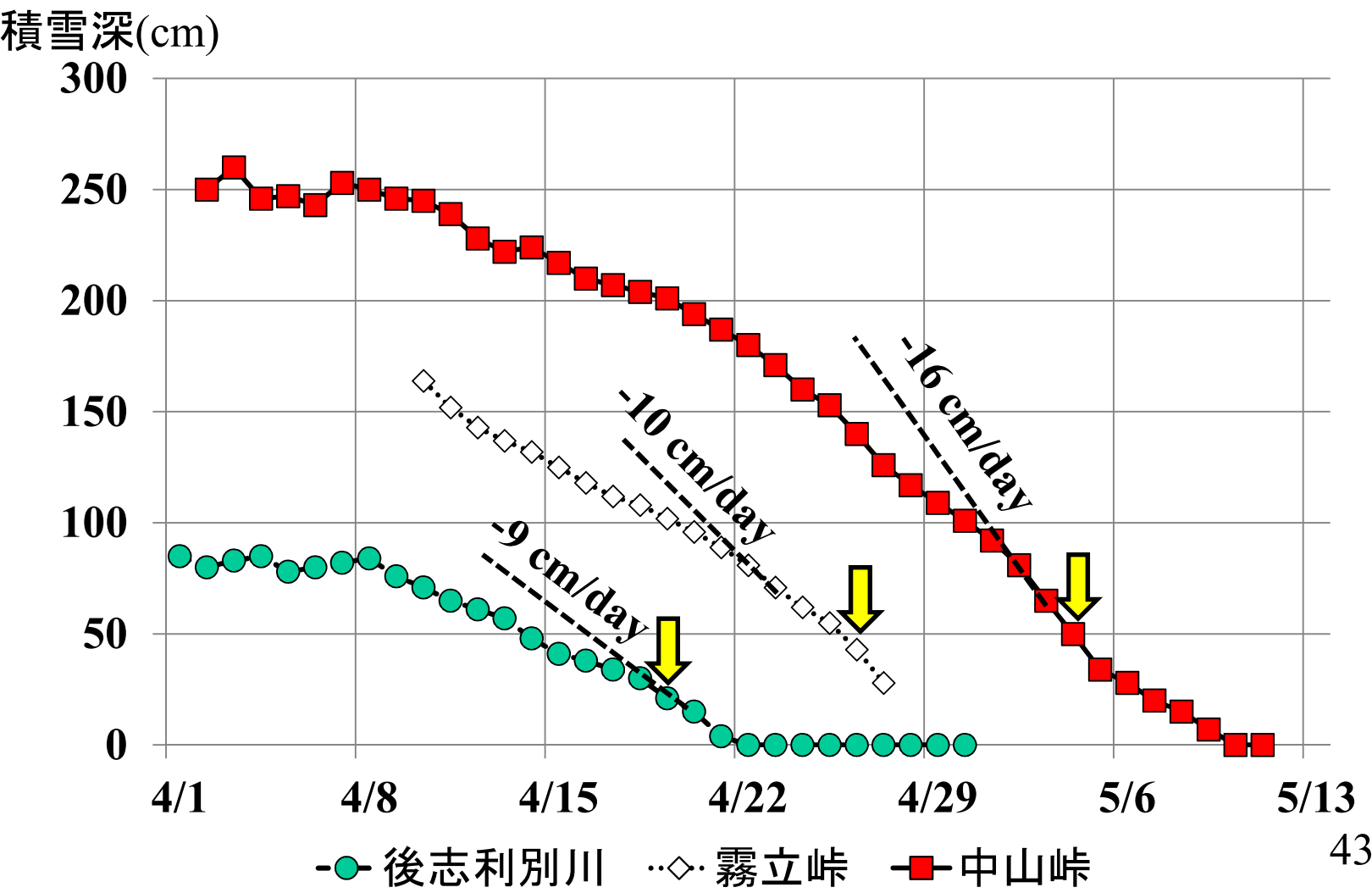
- 日時：平成30年3月27日16:45
- 災害内容：国道5号の岩内郡共和町国富から余市郡仁木町大江3丁目の区間(L=8.2km)が通行止め
- 規模：比高4mの自然斜面が幅13m、長さ7m、最大厚さ2mにわたり崩壊(約100m³)
- 地質：第四紀更新世余市川礫層

至倶知安

42

3地点間の積雪深変化の比較¹⁰⁾

- 地すべりの発生は積雪深によらない。雪が多いから発生する訳ではない。
- 一般に融雪する速度によると考えられている(伊藤, 2003など)¹¹⁾¹²⁾¹³⁾。



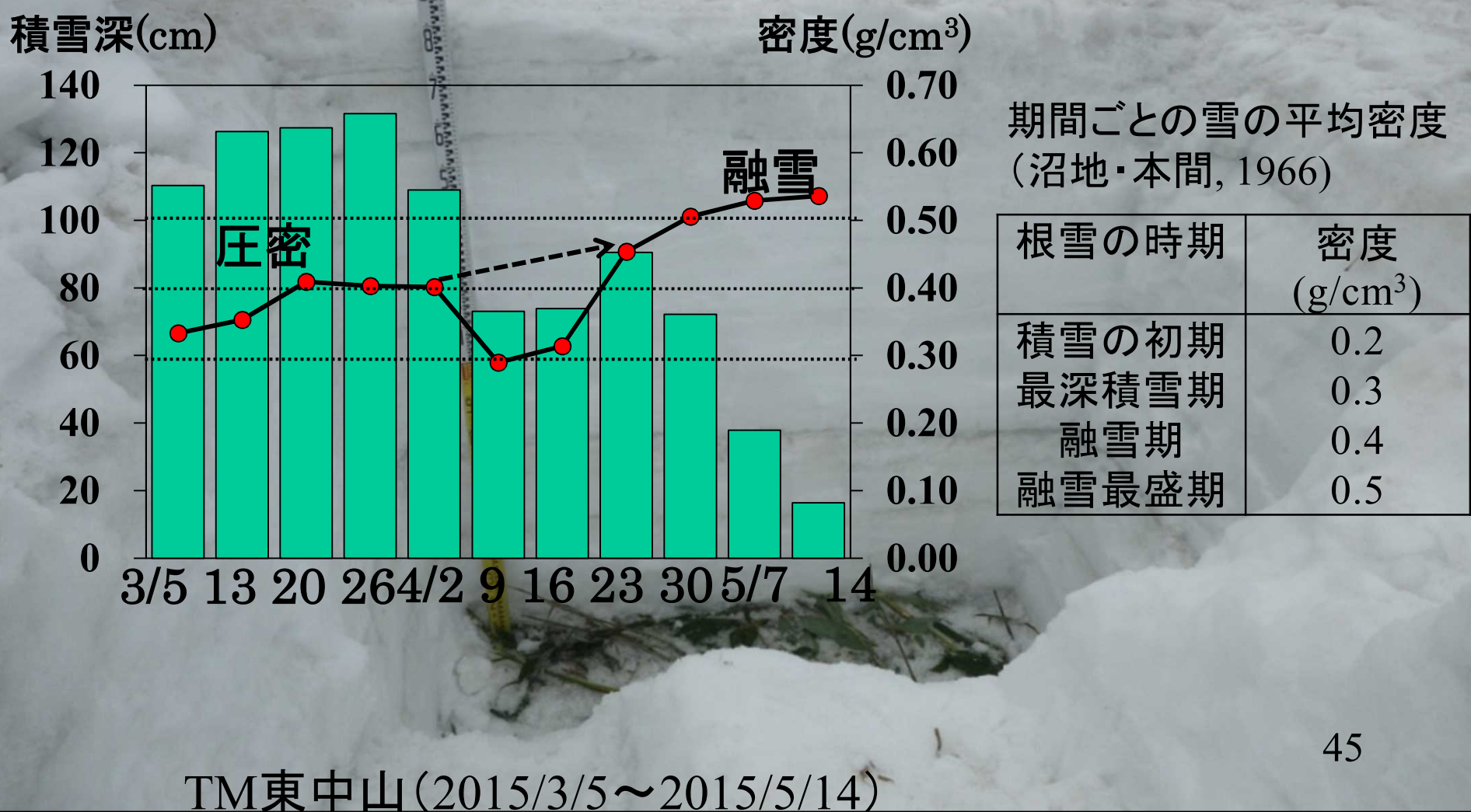
3地点の地すべりにおける 素因と誘因の比較

地すべり		A) 後志利別川 KP34.4, 2013/4/19 41万m ³	B) 霧立峠 KP34.4, 2013/4/26 60万m ³	c) 中山峠 KP40.6 , 2012/5/4
素因	基盤岩の地質	新第三紀中新世 八雲層 シルト岩	新第三紀中新世 古丹別層 泥岩	新第三紀鮮新世 安山岩
	地形	地すべり	地すべり	地すべり？
誘因	融雪	積雪深: 21cm 雪面低下量: 9cm 融雪水量: 32mm (推定) ※3.5mm/cmとして 換算	積雪深: 43cm 雪面低下量: 20cm 融雪水量: 70mm (推定)	積雪深: 50cm 雪面低下量: 12cm 融雪水量: 42mm (推定)
	降雨	連続雨量: 0mm 最大時間雨量: 0mm/h	連続雨量: 0mm 最大時間雨量: 0mm/h	連続雨量: 92mm 最大時間雨量: 12mm/h

44

モデル地区の積雪水量と密度の変化¹⁴⁾

2015/4/24 (TM東中山)



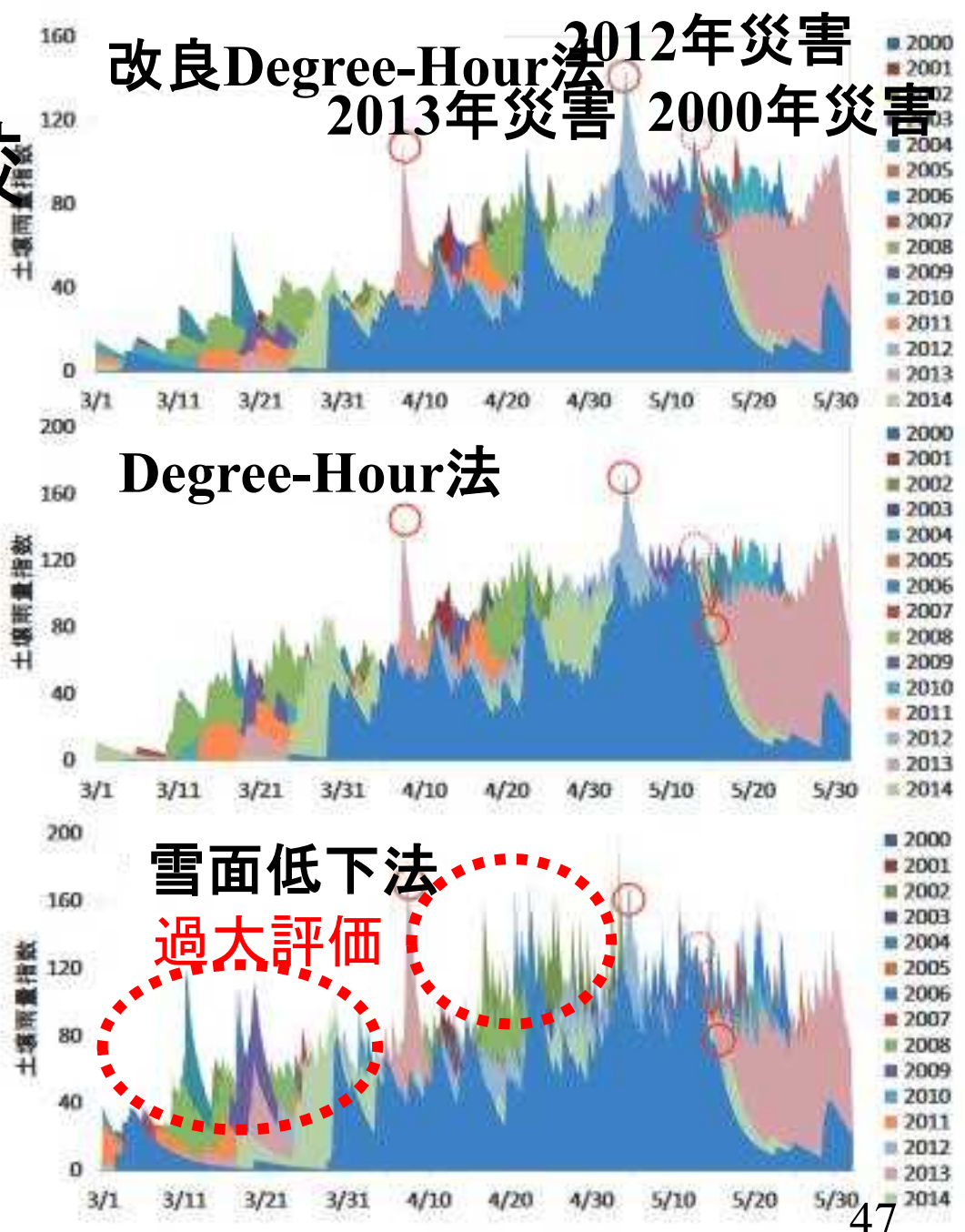
融雪水量推定手法の比較一覧¹⁴⁾

	長所	短所
雪面低下法 積雪の減少量から融雪水量を推定する。	● 簡易である。	● 適用できるのは、積雪密度が一定となる融雪末期のみ ⁵⁾ 。 ● 明日の予測が難しい。
熱収支法 積雪表面での日射量・反射光量・放射収支量・気温・水蒸気圧・雪面温度等の熱収支を評価し、融雪熱量から融雪水量を推定する。	● 精度が高い。	● パラメータの数が多く、通常観測されていない項目が多い ⁶⁾ 。
積算温度法 積算温度と積雪深変化の相関から融雪水量を推定する。	● 熱収支法的一种であるが、簡易である。 ● 気象の地域性を評価できる。 ● 明日の予想気温から融雪水量を予測できる。	● 適用できるのは、積雪密度が一定となる、融雪末期のみ。

46

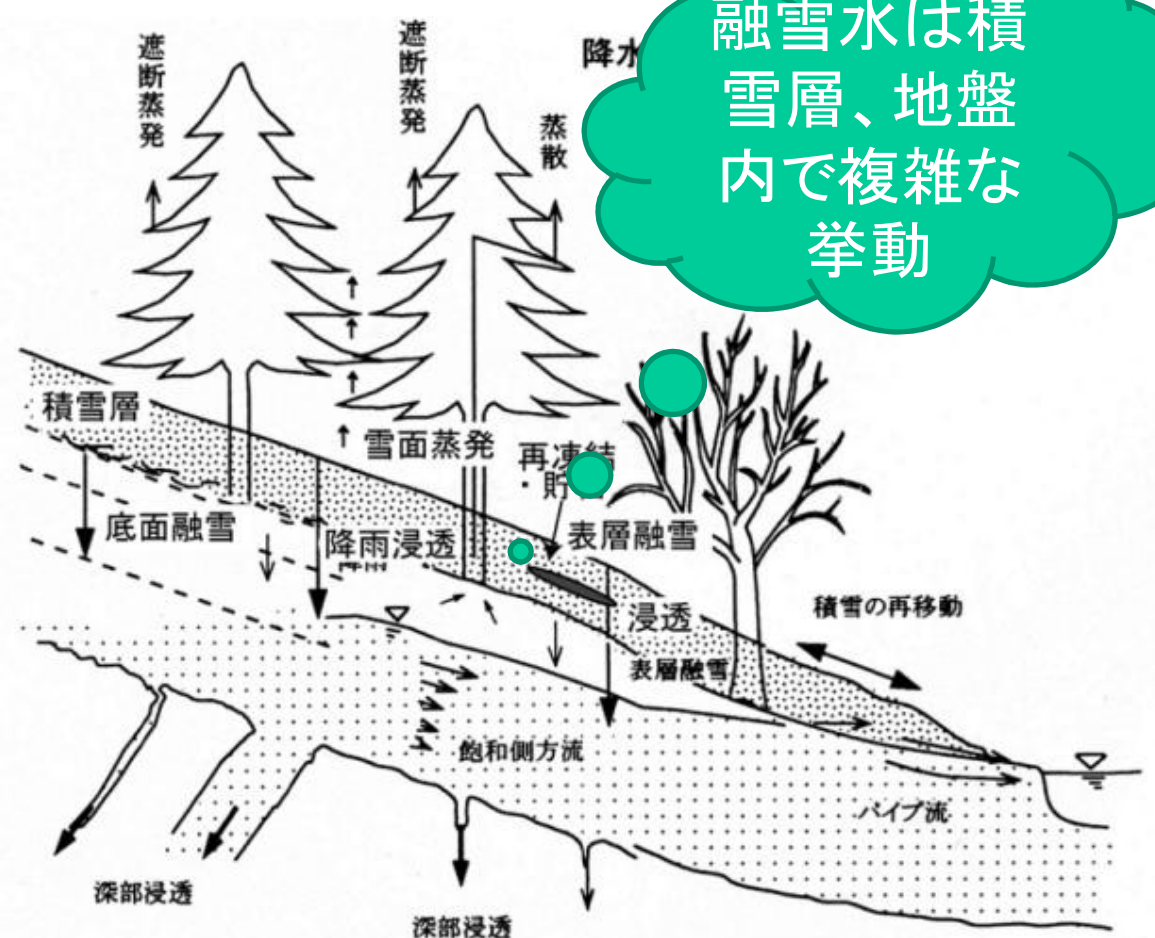
融雪水量と 既往災害との比較

- 各融雪水量推定手法に基づき算出した各土壌雨量指数のピーク(120超)と既往災害は概ね一致した。
- ただし、密度を仮定しなければならない、融雪初期には、雪面低下法と積算温度法(Degree-Hour法)は、過大評価となる。
- そこで、融雪水量と積算温度との相関を基に、矢島・倉橋(2016)¹⁵⁾は改良Degree-Hour法を提案した。



融雪地すべりの安定性評価の難しさ

- 融雪に与える影響は温度以外に強風にもある¹⁶⁾。また、融雪水が積雪から地盤への浸透経路やタイムラグもある¹⁷⁾。その他、融雪期には雨が降ることがある。



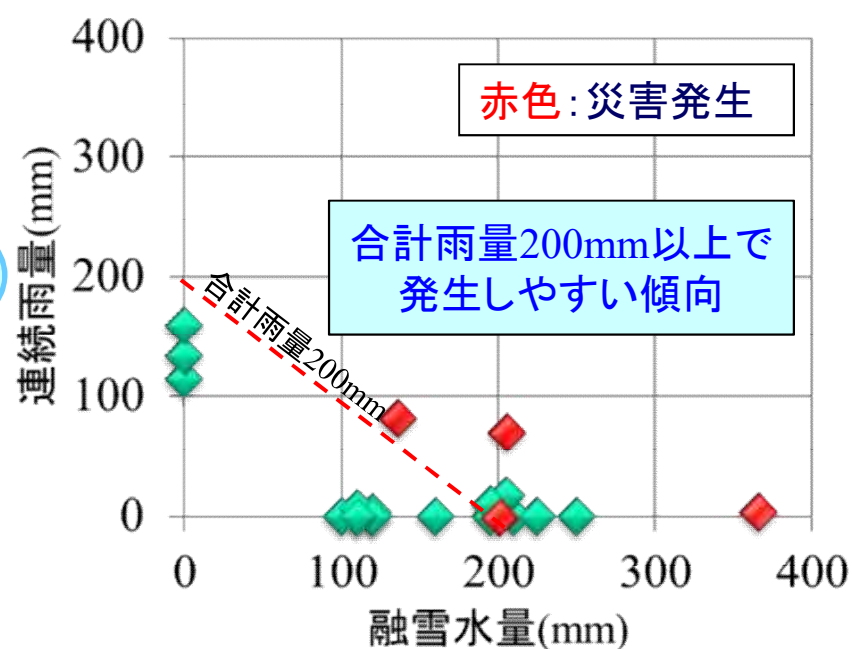
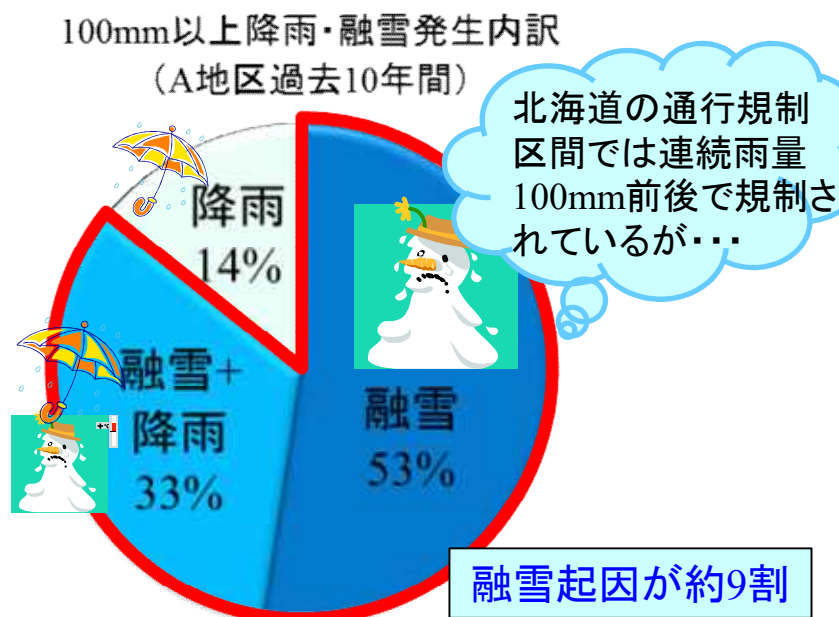
岡本・松浦(2010)

過去10年間の融雪期道路斜面災害における連続雨量と融雪水量との比較

(1) 融雪期の道路斜面災害の要因分析

既存の災害履歴データ等をもとに、地形地質、斜面の種類、災害形態、気象条件などと道路斜面災害との関係を解析する。

A地区の検討例



過去10年に記録された連続雨量(降雨+融雪)

雪面低下法により
融雪1cmにつき降雨5mmとして換算

1. 降雨より、融雪のほうが、100mm超となる頻度をはるかに多い。
2. 融雪+降雨が200mm超の9例中4例で災害発生。

降雨だけでなく、融雪を加味した道路斜面の調査・点検が必要！

ただし、融雪水量の換算には課題あり

49

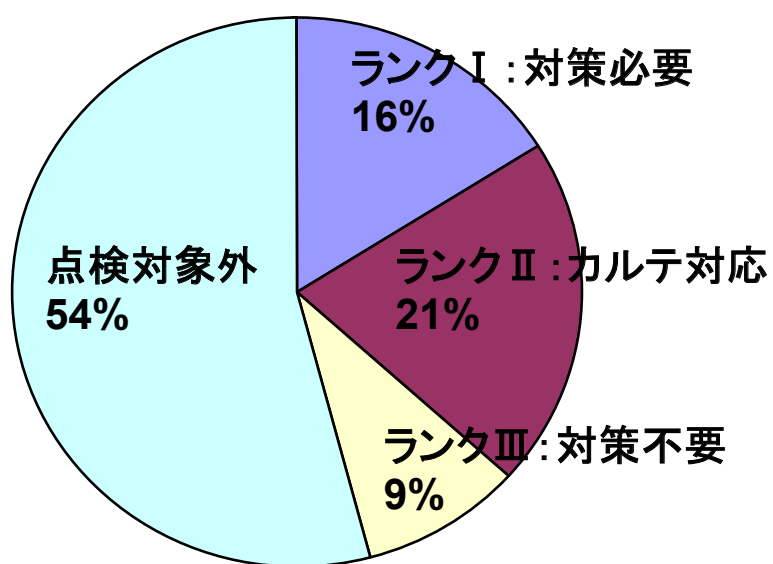
防災点検の精度と課題

- ① 防災点検の精度
- ② 想定外災害の特徴

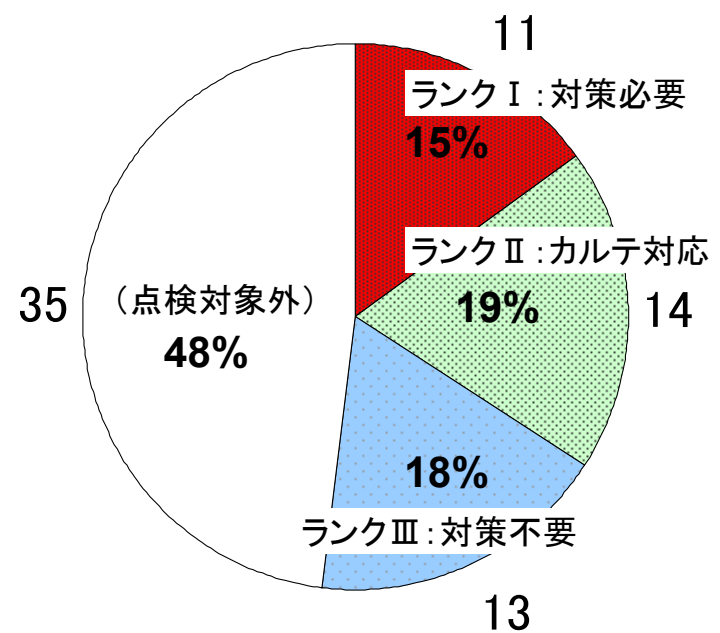
道路防災点検結果ランクと災害発生箇所数

災害発生箇所の約6割が対策不要ないし点検対象外の箇所

点検対象外箇所および対策不要箇所を検討する必要がある。



平成9～16年度直轄国道
n=466

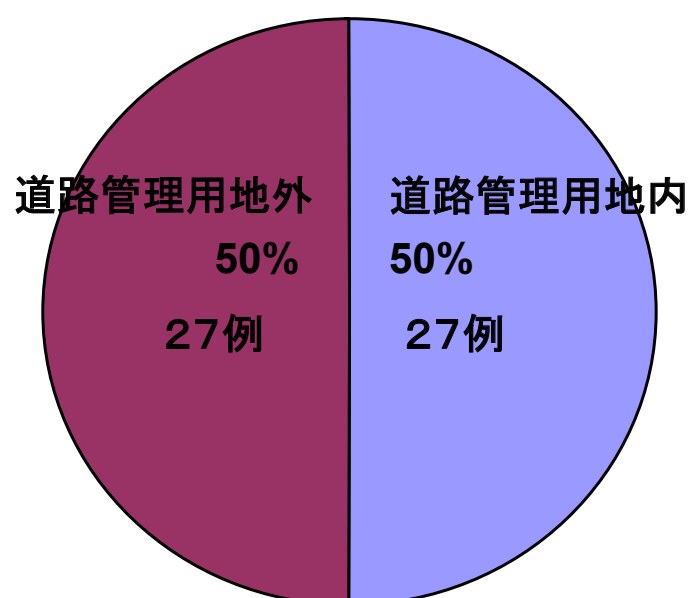


平成20～22年度直轄国道
n=73

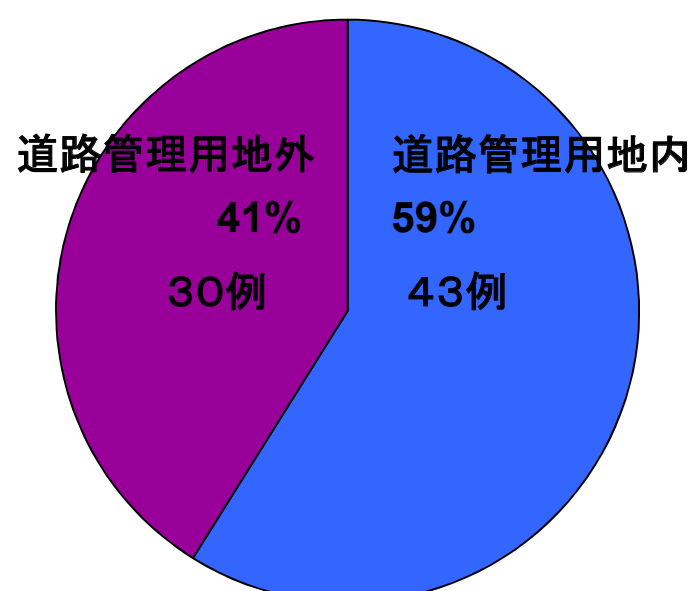
51

点検対象外で発生している災害状況

道路管理用地内外別にみると40～50%が管理用地外から発生。



平成9～16年度直轄国道
n=54

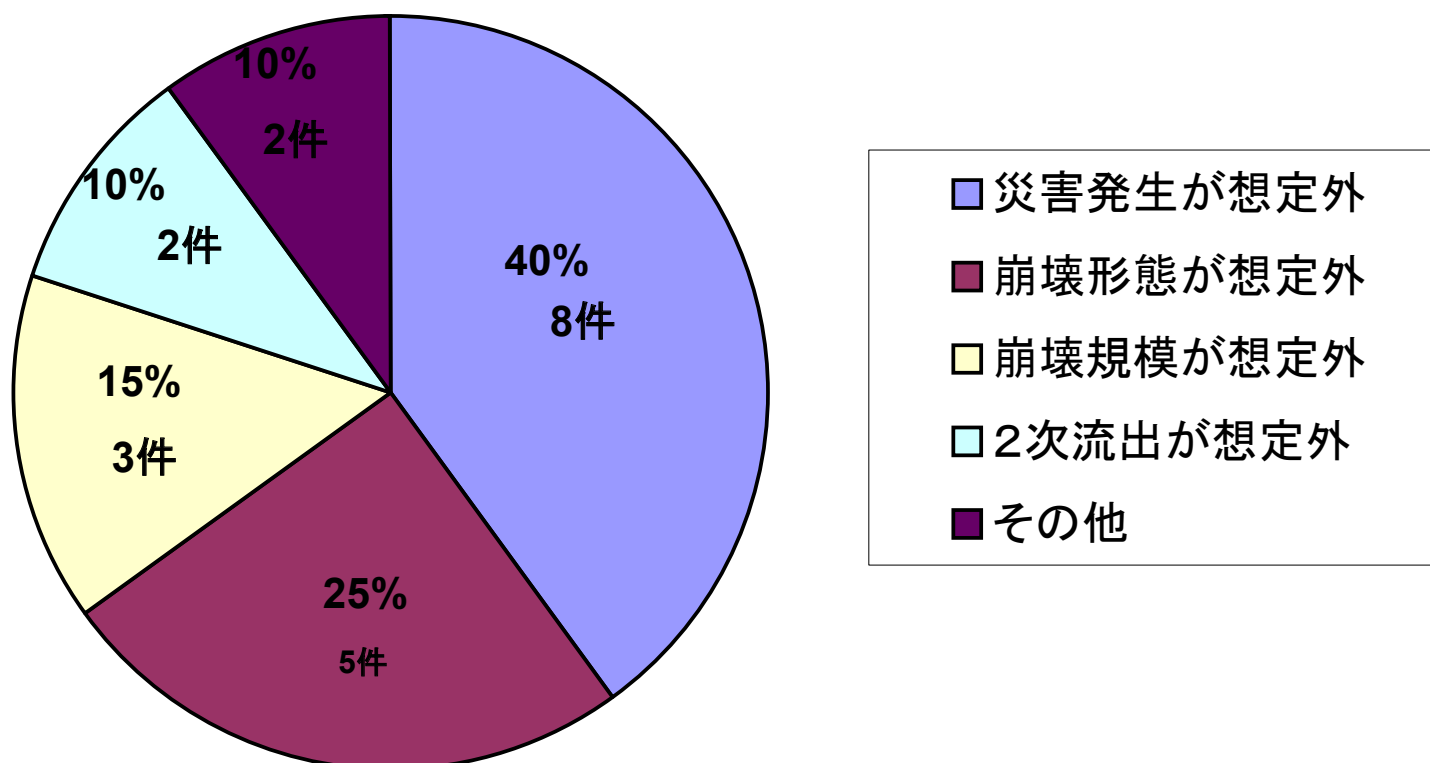


平成20～22年度直轄国道
n=73

52

対策不要箇所災害の特徴

- ・災害発生が想定外40%が最も多く、次いで崩壊の形態が想定外25%、崩壊規模が想定外15%となっている。
- ・その中でも災害発生を見誤った場合では、すべて(5例)が落石を想定していたが、実際は土砂崩壊を起こしたものが多い。
- ・その他として、1次崩壊は対応したが2次流出をしてしまった、局所でなく区間平均で評価してしまう事例がみられた。



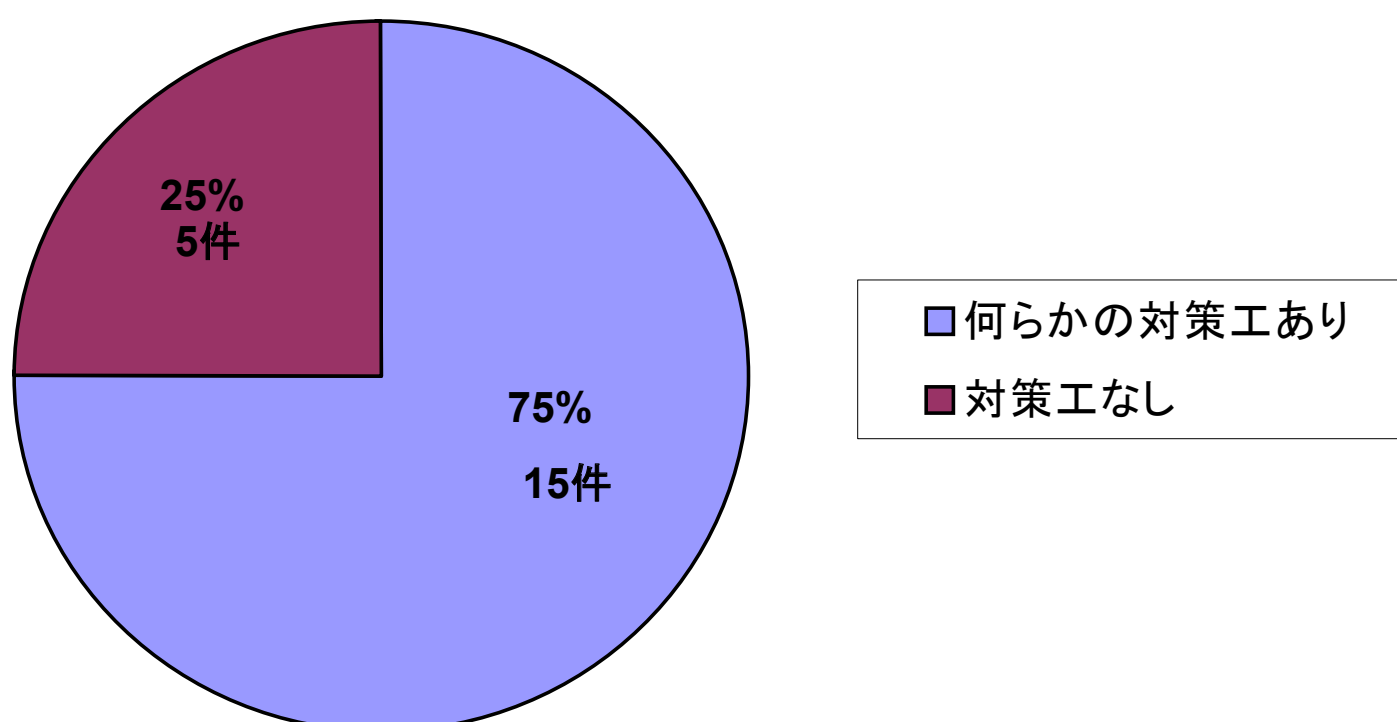
平成9～16年度直轄国道

n=20

53

対策不要箇所における既設対策工の有無

- ・「対策不要箇所災害」の75%は評価区間内に既設対策工が設置済み(その多くは待ち受けタイプの対策工)
- ・対策工の効果を過大評価あるいは崩壊形態の見誤りによる

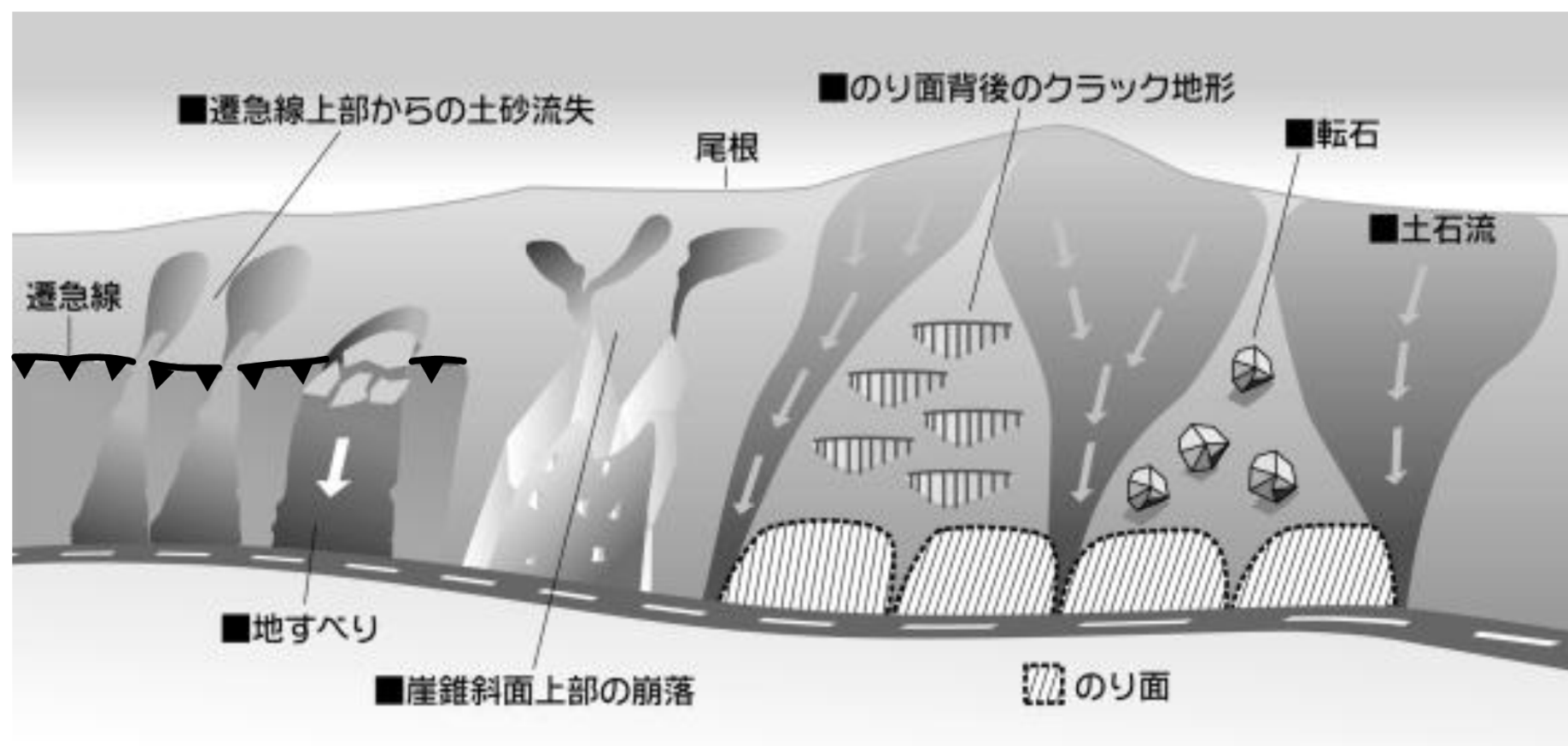


平成9～16年度直轄国道

n=20

54

背後の尾根筋までを面的巨視的に見ることの重要性



55

災害例に見る災害原因と特徴

56

のり面斜面調査の基本

- ・周辺の**広域地形**(地すべり地形、突出部、遷急線等)
- ・**微地形**(谷頭斜面、小崩壊・落石跡、斜面表面の凹凸、段差等)
- ・**水**が悪さをする(集水箇所、湧水・湿気の多い箇所)
- ・**広域地質**分布、地質構造、もともと**軟質な地質**の存在
- ・**岩盤亀裂**・**弱層の劣化**、開口やずれ(**重力変形**)
- ・**構造物の変状**(吹きつけ等のはらみ、亀裂開口等)
- ・観察が手薄になる**トンネル坑口**、**橋のアバット部**などに注意
- ・**施工時の情報**(変状や小崩壊など)にも着目
- ・**変状等の時間的变化** (道路のり面もかなり老朽化してきた)
- ・異なる変状を**関連づけて**考え、**原因や機構、緊急度を明確に**⁵⁷

一般国道239号(苫前町霧立)の 地すべり災害

発生日：平成24年4月26日未明

災害内容：国道被災（延長214.2m）。人的被害なし

通行規制：4/26～6/26(全面通行止め61日間)

災害の種類、規模：地すべり、約60万m³

地質：新第三系古丹別層（泥岩）⁶⁾

備考：事前通行規制区間（L=18.6km, 連続雨量80mm）

上空から見た地すべり



地すべり地形の分布



防災科研の地すべり地形分布図データベース¹⁸⁾から引用

http://lsweb1.ess.bosai.go.jp/lsweb_jp_new/gis/map_blue.html

地すべりの状況

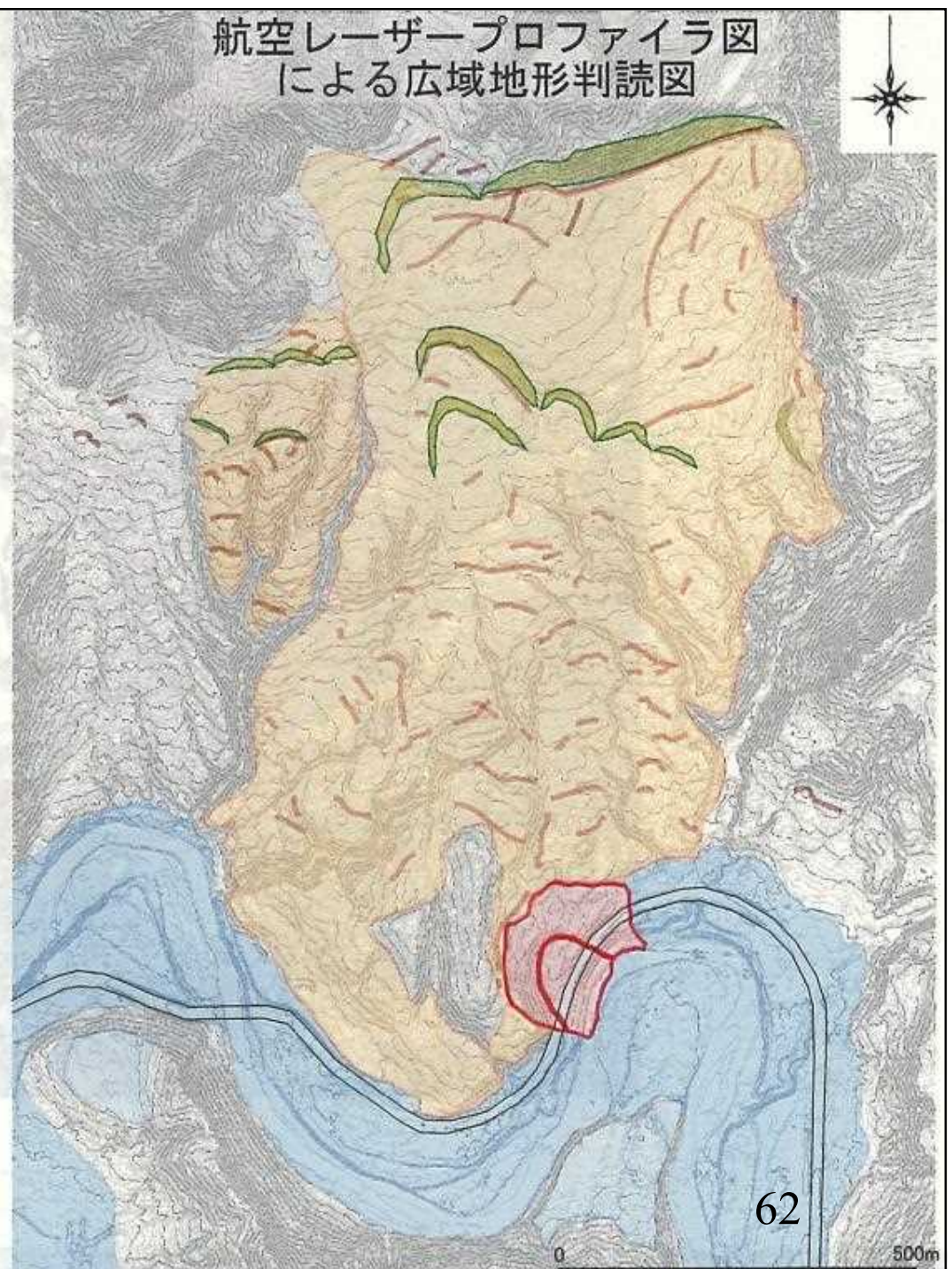
被災状況

今回の地すべりに伴う崩壊土量は約600,000m³と推定され、道路舗装、防護柵、排水施設、雪崩防止柵も損壊。

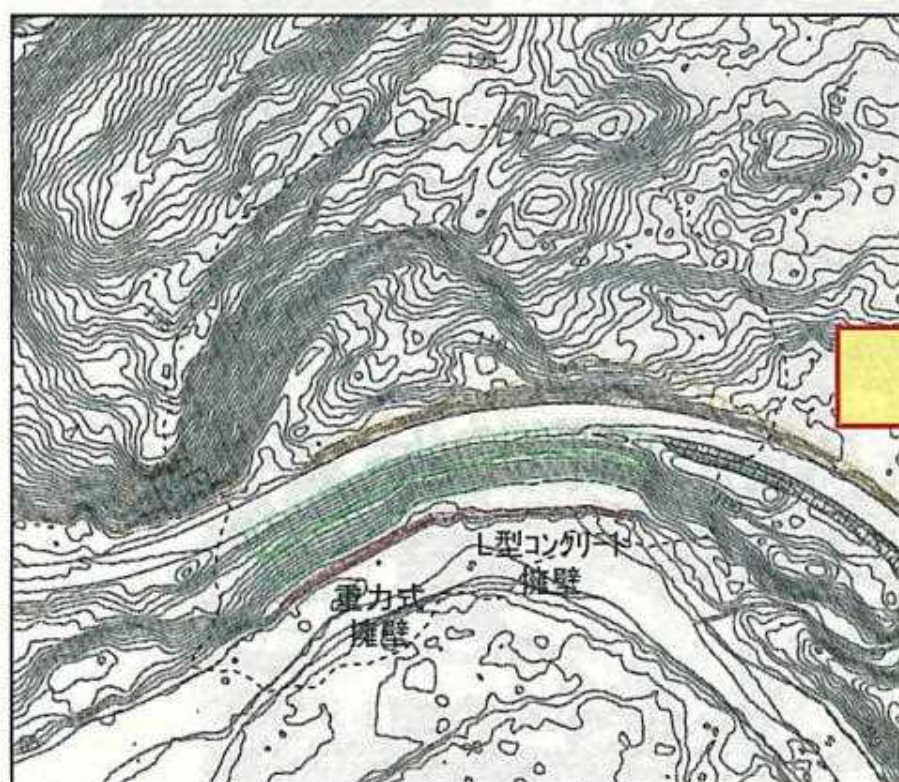


地形判読結果

背後に古期巨大地すべりブロック



地すべり箇所 の地形



崩壊前地形



崩壊後地形

背後斜面の微地形や道路等に注意

- ・斜面上部は通常の点検では見落としがち。
特に水や土砂を集めやすい谷頭斜面、水を集めやすい道路、地すべりなどに注意が必要。



2009.7.26 福岡県大野城市(九州自動車道)

(自動車道に3,000m³程度が流出し1車両が巻き込まれ、2名が亡くなった。)

65



2009.7.26 福岡県大野城市(九州自動車道)

谷埋め堆積物を主体とする谷頭斜面の土砂崩壊。道路から見えない谷頭斜面の状況に注意。

66



沢の出口と道路の関係



斜面上部の微地形や段差などの状況



背後斜面についても
様々な観点で点検を

67

斜面上部の道路等の排水施設等の状況

斜面上部の他の施設(道路等)の影響事例(平成20年度)

道路斜面の上部には、他の道路等の施設があることが多い。
特にその排水施設の不備等が下部斜面に影響する。



教訓: 斜面上部の道路等の排水施設等の状況の確認が重要。



上部道路から崩壊
頭部へ雨水供給68

四国地方の道路斜面災害例(2008)

水に注意

水は集水地形とあいまって災害を起こす。復旧時にも水処理は重要。

ただし、北海道等の**積雪寒冷地**では**融雪**も考慮する必要がある。

69

林道からの表流水の流出による路肩部の崩壊例



路面の表流水の集中が崩壊を招く

70

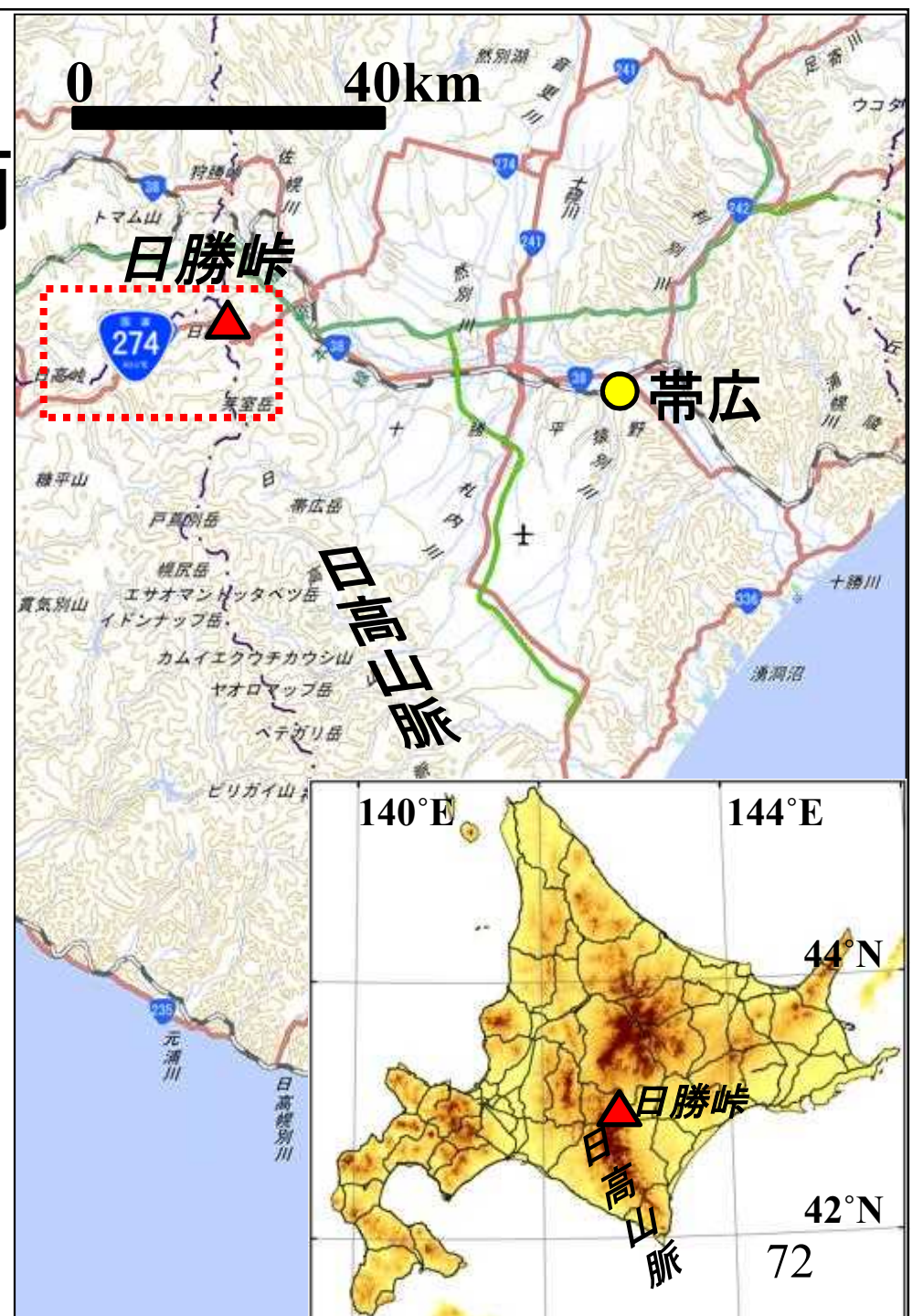
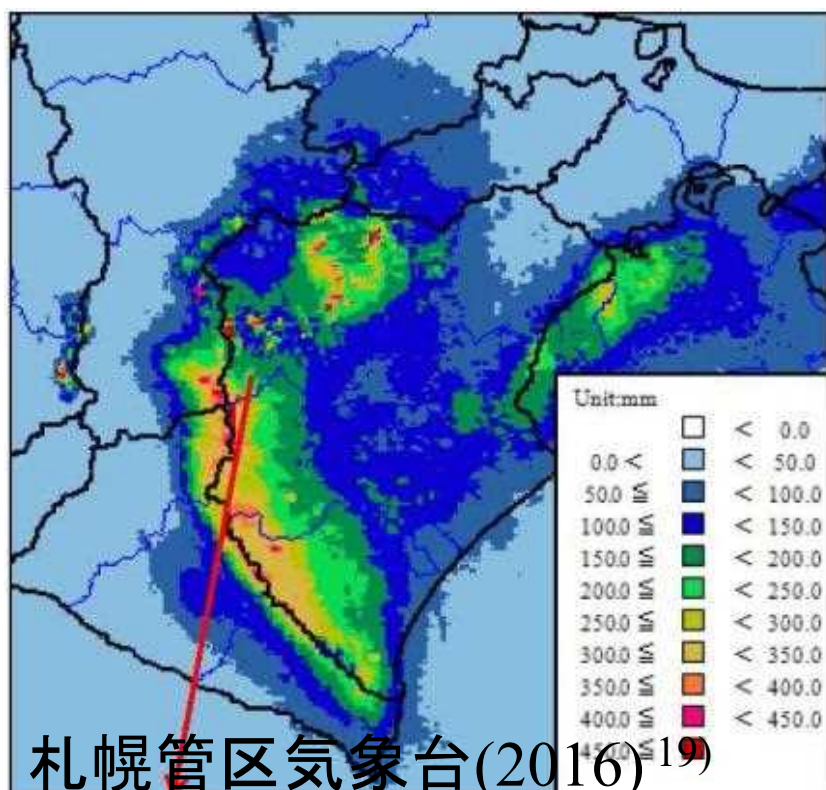
2016年台風10号に伴う 日勝峠周辺の土砂災害 —斜面災害と地形—



71

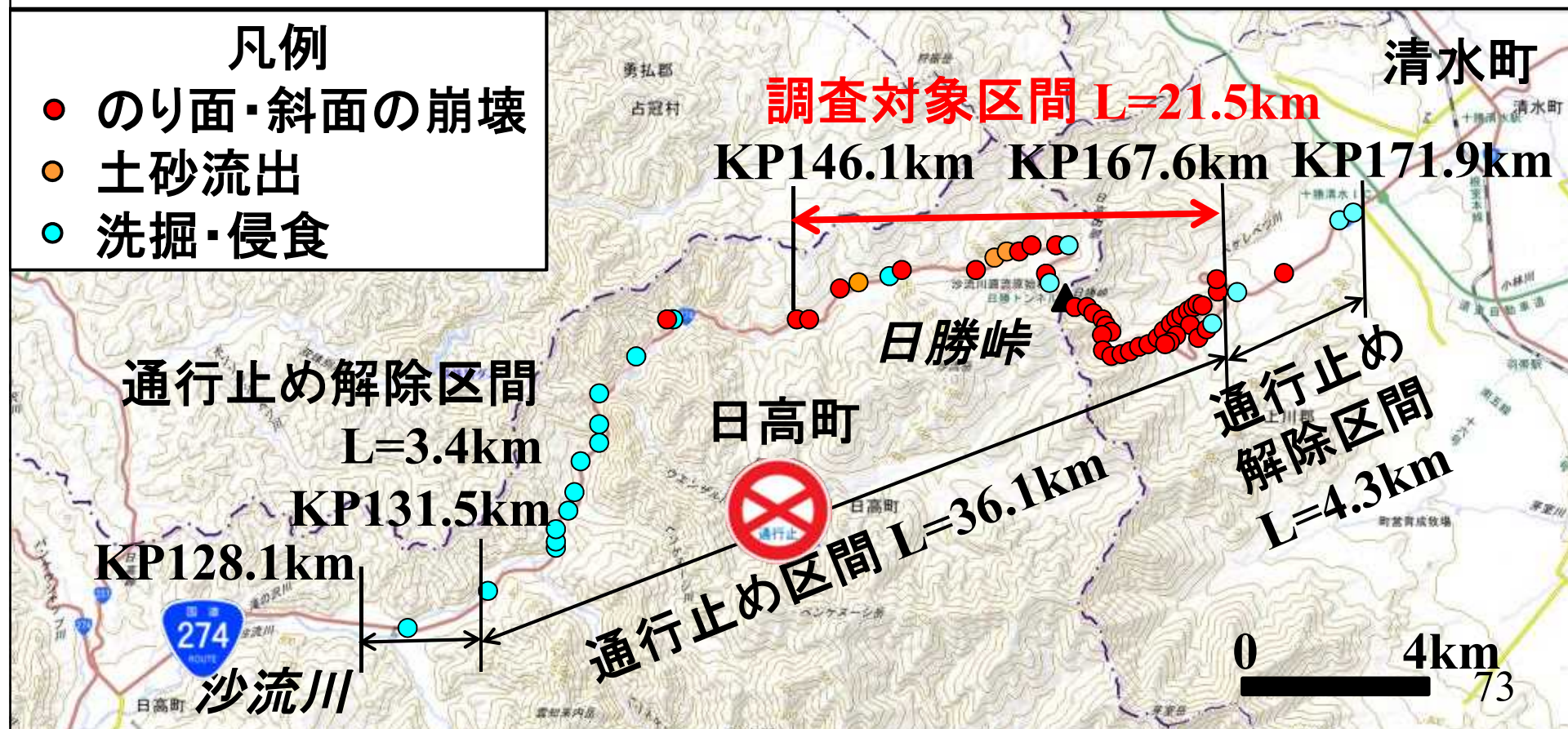
日高山脈における 台風10号による降雨

- 2016年8月の台風10号は、北海道への接近に伴い、日高山脈沿いの広い範囲に300mmを超える雨を降らせた。日勝峠の道路テレメータは累積で8月28日から31日にかけて488mmの降水を観測した¹⁹⁾²⁰⁾。



国道274号日勝峠の災害

- のり面・斜面の崩壊、土砂流出、洗掘・侵食等の災害が66箇所が発生した²¹⁾。特に標高500m以上の峠区間では、斜面災害が多い。
- KP131.51km～KP167.6km(L=36.1km)区間は、現在も通行止めである。



日高山脈北部の周氷河斜面

- 日高山脈北部には周氷河斜面が発達している²²⁾⁻²⁵⁾。
- 周氷河斜面は、きわめて平滑で、水系の発達が悪い。表層の岩盤が凍結破碎作用、融凍攪乱作用、ソリフラクション等の周氷河作用を受けて形成された。
- 本報告では、日勝峠の国道274号沿いに現地調査と地形判読を行い、のり面・斜面の災害と周氷河斜面との関係について分析した。

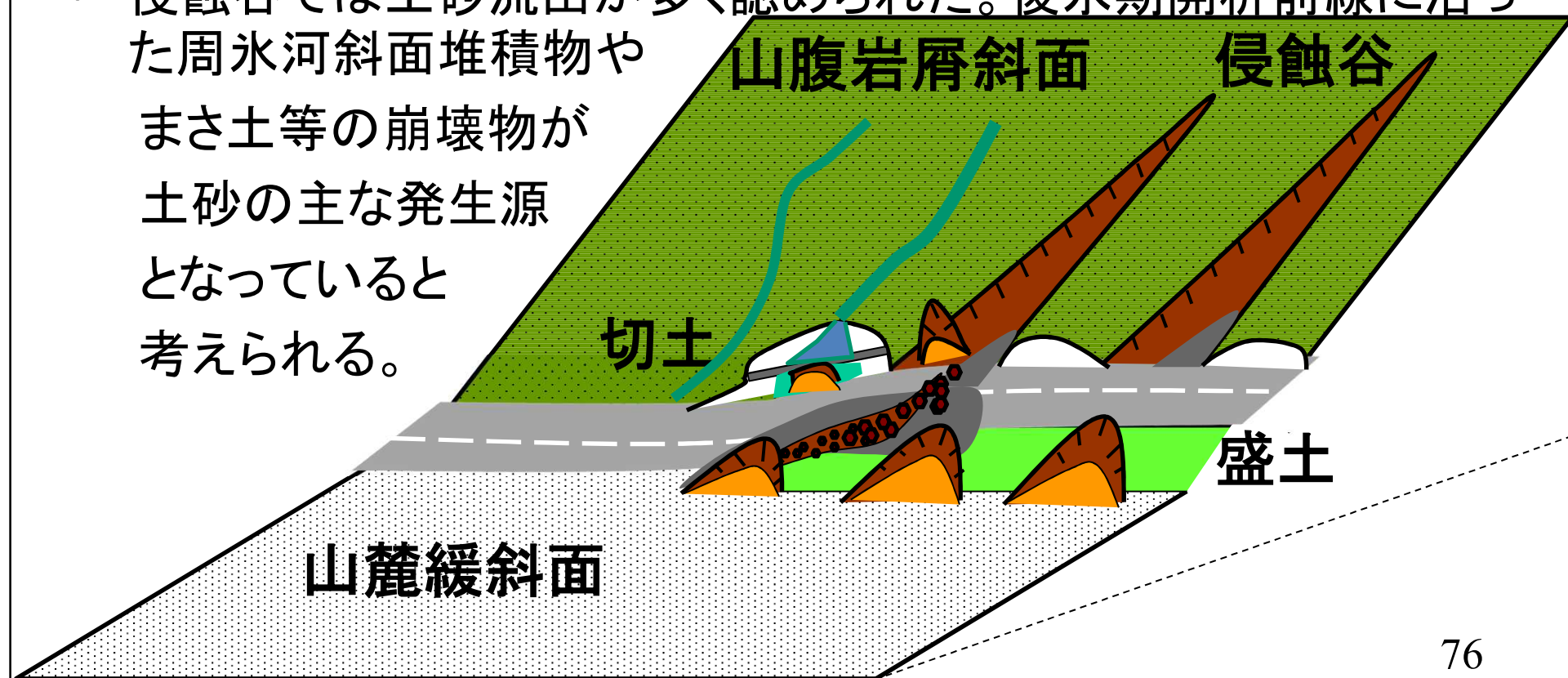


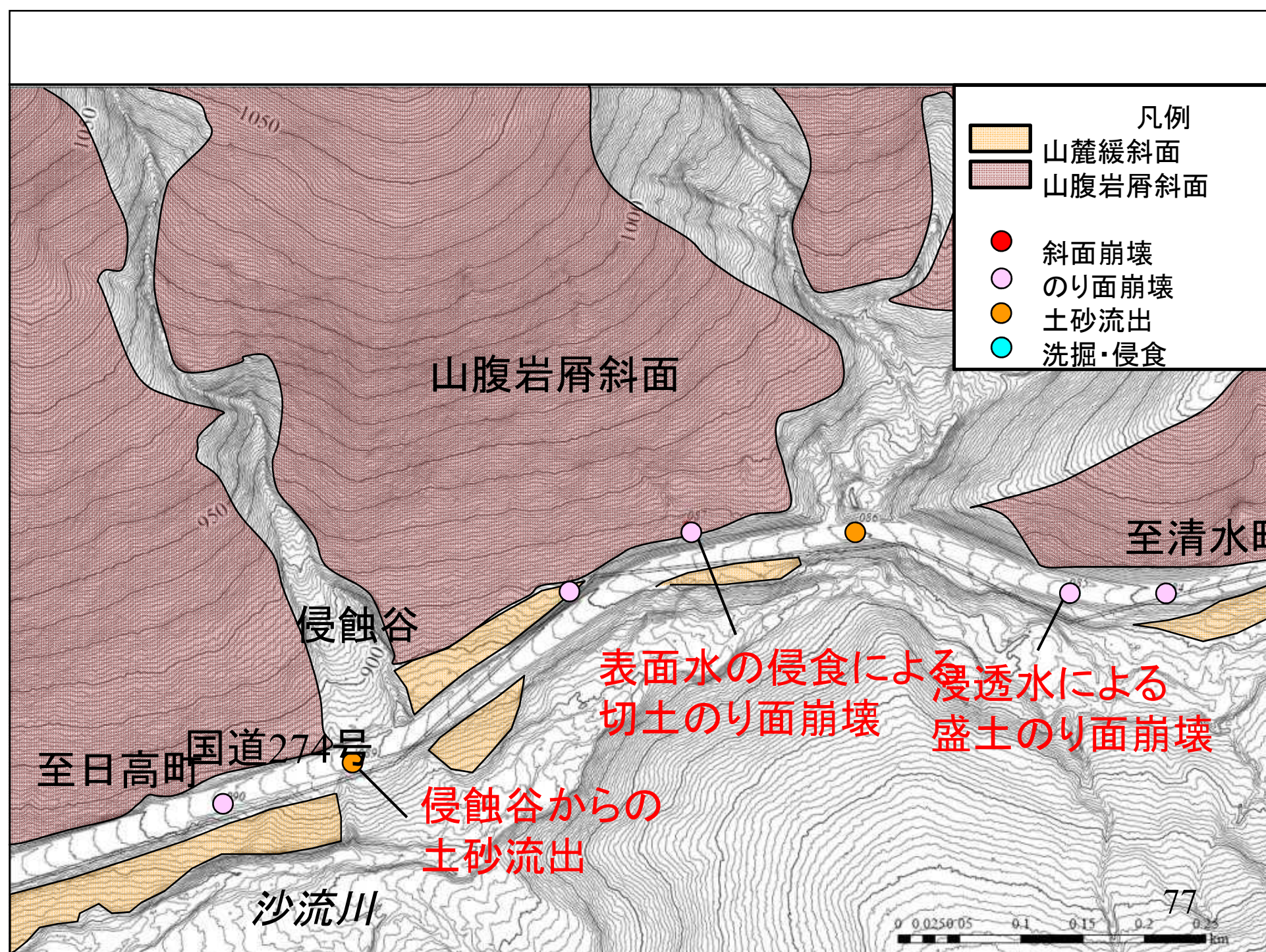
周氷河斜面の地形面区分



日勝峠周辺の斜面災害の特徴

- 国道274号は日勝峠周辺では周氷河斜面の山腹岩屑斜面に位置する。
- 山腹岩屑斜面では切土のり面崩壊・盛土のり面崩壊が多い。表面水の流れ方や堆積物の透水性に原因があると考えられる。
- 侵蝕谷では土砂流出が多く認められた。後氷期開析前線に沿った周氷河斜面堆積物やまさ土等の崩壊物が土砂の主な発生源となっていると考えられる。





表面水の侵食によるのり面崩壊



切土のり面崩壊

小段排水溝の上流側で
水が溢水していた。

表面水とともに土砂が流入し
小段排水溝を埋積した。

- ・ 大量の表面水の流入と小段横排水溝の溢水により崩壊した。

KP152.76

79

山腹岩屑斜面の堆積物

黒ボク層

周氷河斜面堆積物

- ・ 山麓岩屑斜面の堆積物は黒ボク層、周氷河斜面堆積物から構成されている。
- ・ 堆積物の固結度は低く、水に触れると崩壊しやすいと考えられる。

80

山腹岩屑斜面の盛土のり面崩壊



浸透水による盛土のり面崩壊



周氷河堆積物中のパイピングホール

- 石丸⁹⁾は斜面を崩壊させた素因として周氷河斜面堆積物にスロープウォッシュ(slopewash)等の水を浸透させやすい地層の存在を指摘している。これらは周氷河斜面堆積物の粒径や岩種、含水の状態等の物性の違いを反映していることが予想される。

83

侵蝕谷からの土砂流出

山腹岩屑斜面

至清水町

侵蝕谷

沙流川

84

北海道開発局提供

至日高町

侵蝕谷との交差部で
土砂が流出した



KP152.6

85

下流側の盛土のり面崩壊

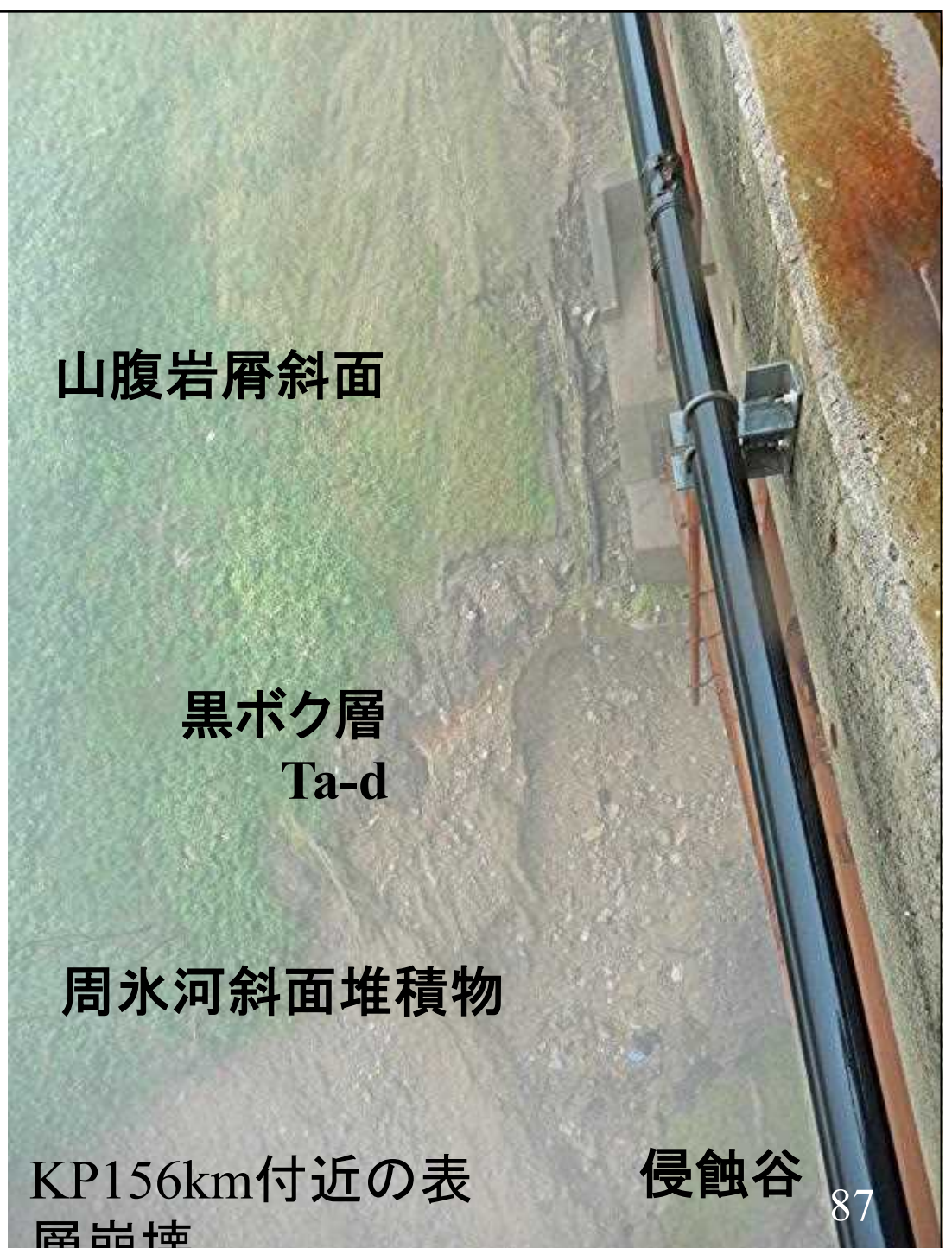


- 土砂を堆積させたとともに、表面水が盛土の下流面を侵食した。

86

侵蝕谷の崩壊

- 山腹岩屑斜面と侵蝕谷との境界では、周氷河斜面堆積物が表面水により侵食され崩壊していた。
- 「後氷期開析前線」に相当する⁹⁾¹⁰⁾。
- 固結度の低い周氷河堆積物が土砂の供給源となっていると考えられる。



中山峠の地すべり災害

発生日：平成24年5月4日

災害内容：一般国道230号被災。人的被害なし

通行規制：5/4～5/23:全面通行止め

5/23～26：片側交互通行

災害の種類：地すべり、切土のり面崩壊、
盛土崩壊

地質：新第三紀鮮新世 安山岩⁷⁾

備考：特殊通行規制区間 (L=17.1km)

斜面の被災原因

素因

- ・基盤岩の安山岩に粘土化した脆弱部が認められた。

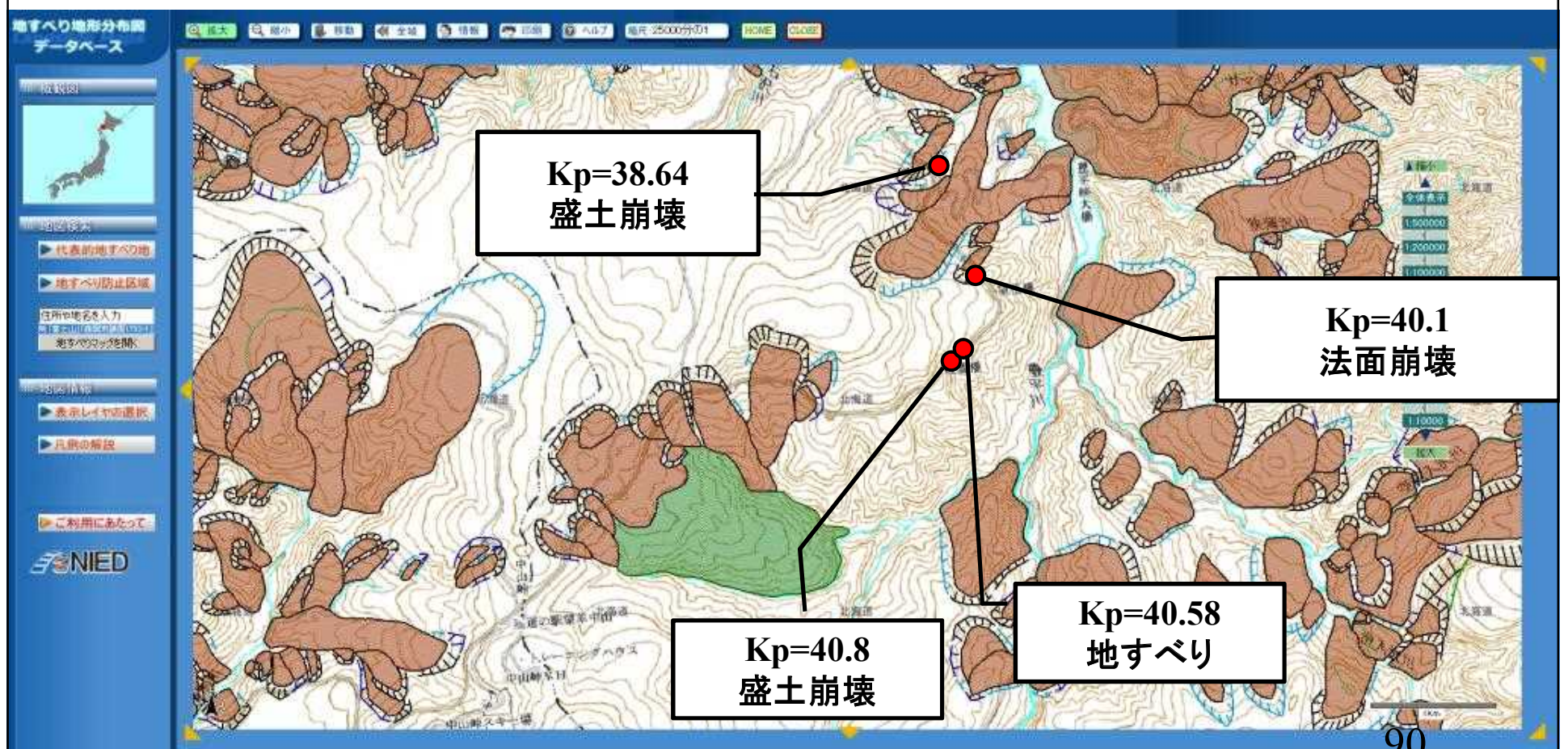
誘因

- ・近年まれに見る融雪速度であり、地すべりブロック内に融雪水が供給されたほか、この時期としては強い連続降雨があり、岩盤を緩ませ地すべりを誘発した。

89

H24中山峠で発生した斜面災害

- ・ 地すべり地形分布図データベース(防災科学技術研究所)⁵⁾から引用



http://lsweb1.ess.bosai.go.jp/lsweb_jp_new/gis/map_blue.html

90

切土のり面崩壊

$K_p=40.1$

91

被災状況

$K_p=40.1$

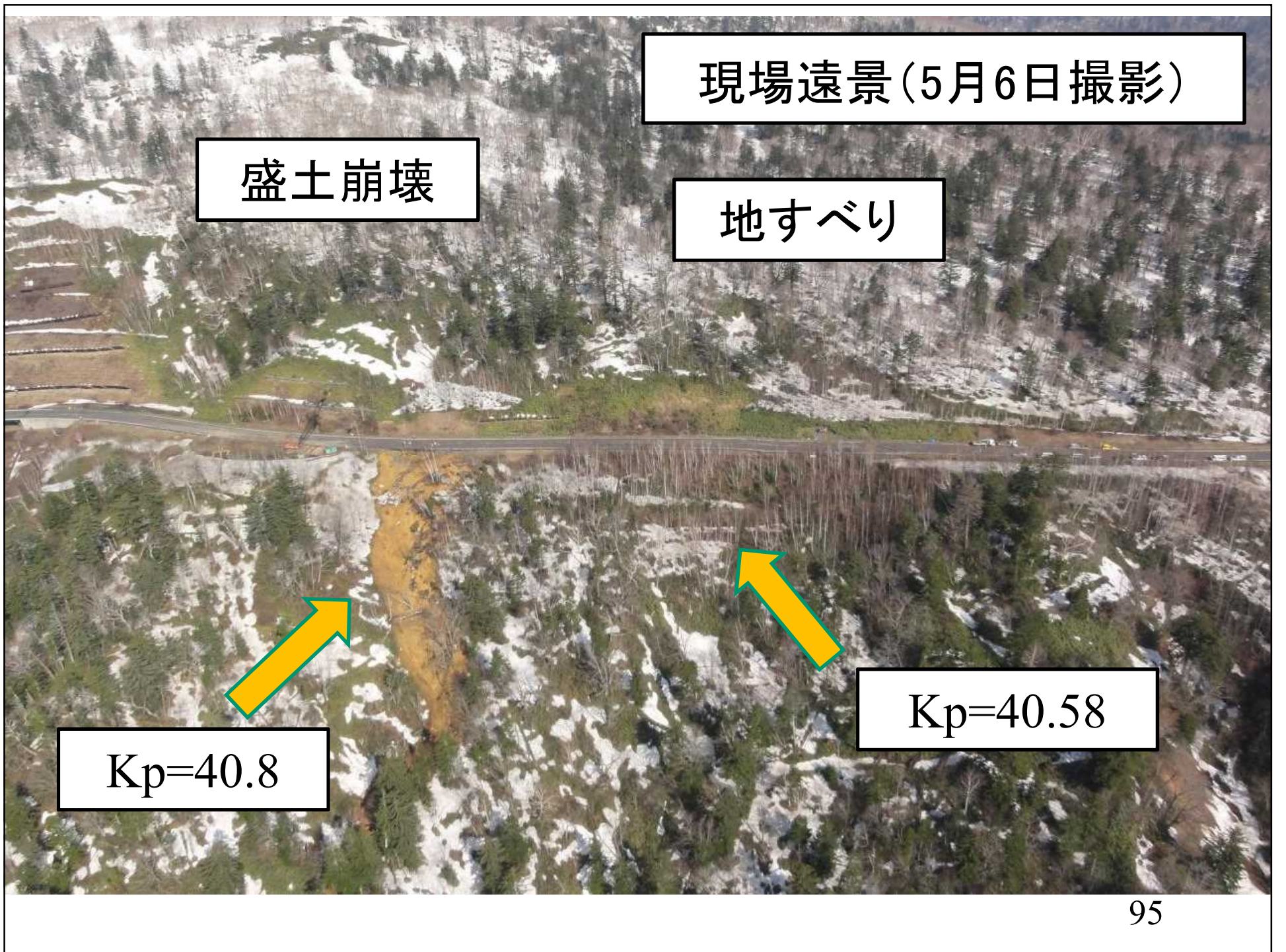
92



93



94





道路下の擁壁に変状



融雪水と降雨が地下水位を上昇させた

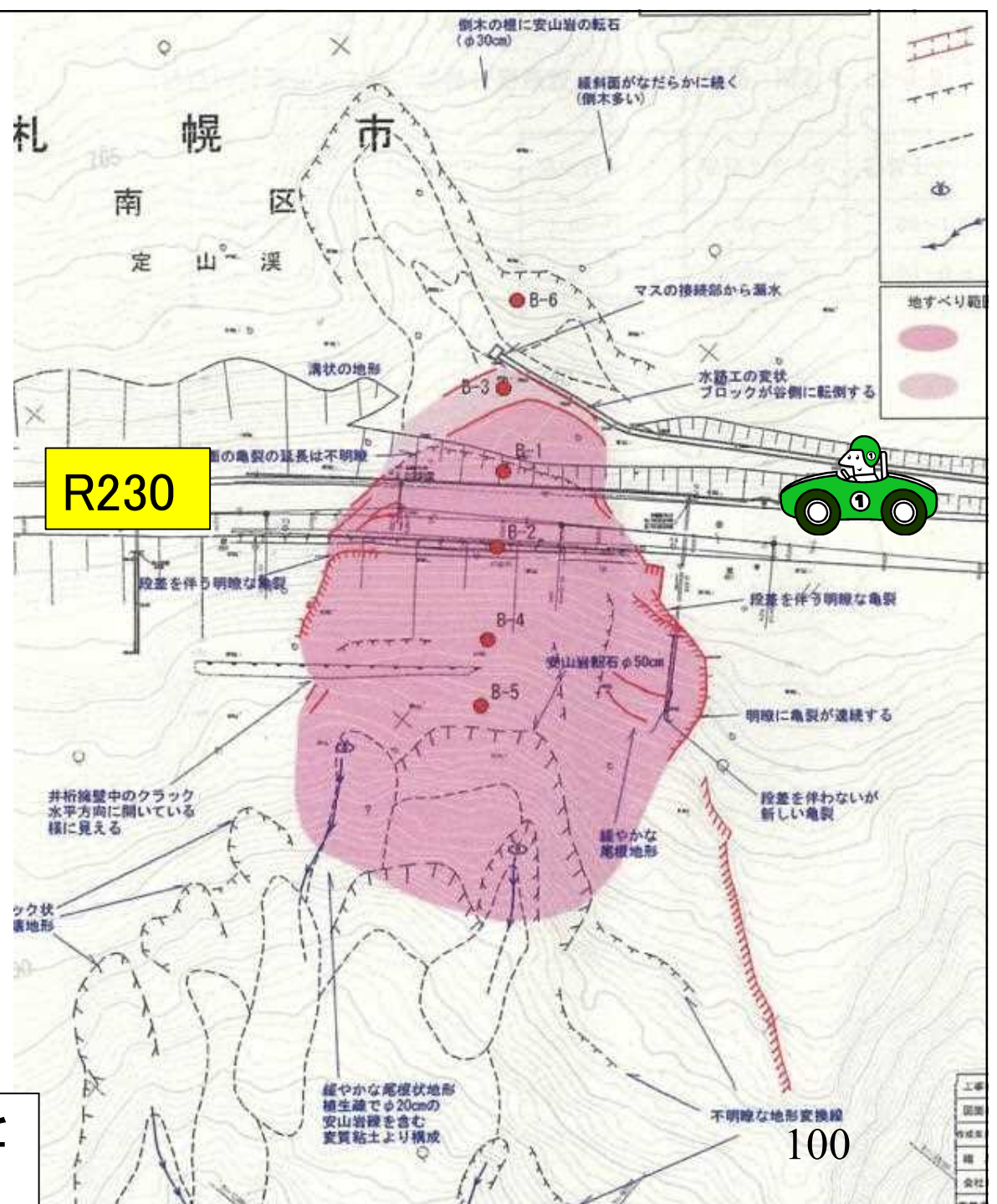
- 地すべりの背後には積雪が認められた。
- 地すべりの変位により集水枡と水路との接合部に段差を生じ、融雪水が地下へ浸透していた。
- このほかにも降雨の影響を強く受けた。



99

札幌：中山

上部、下部の安定性が課題となった

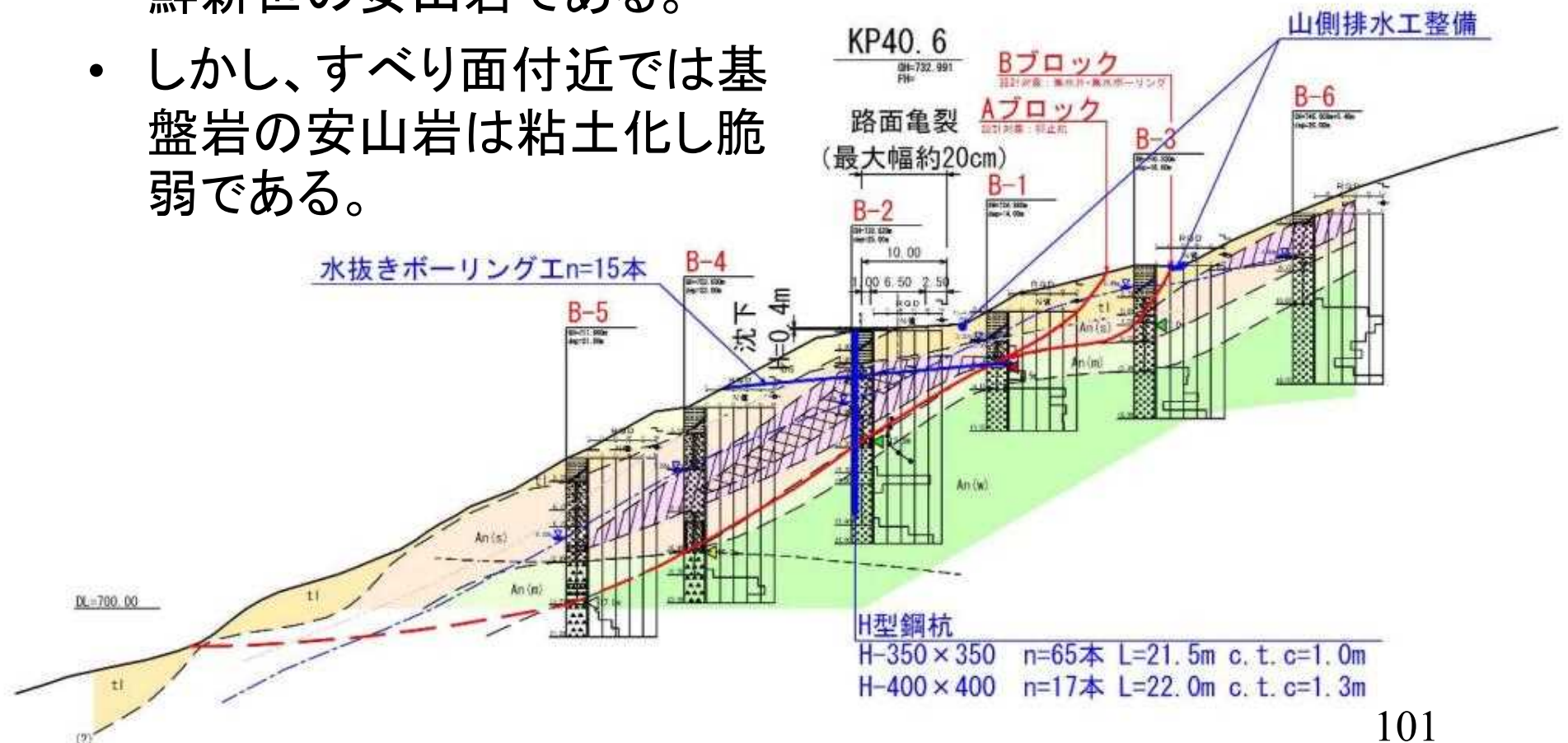


100

札幌開発建設部資料をもとに作成

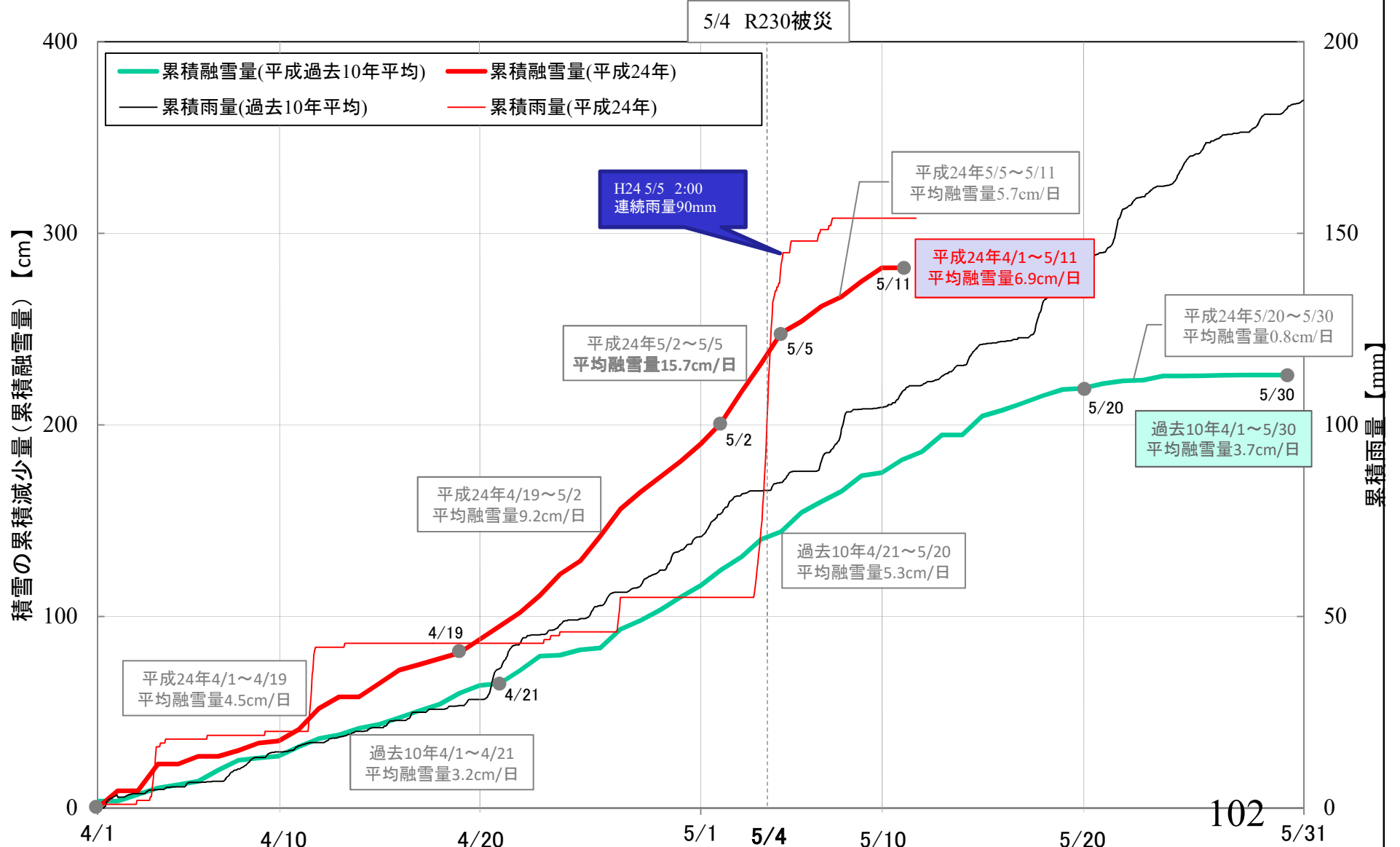
Kp40.58の地質断面図と応急対策工

- 基盤岩は固結した新第三紀鮮新世の安山岩である。
- しかし、すべり面付近では基盤岩の安山岩は粘土化し脆弱である。



融雪量の過去10年間との比較

テレメータ東中山における累積融雪量と累積雨量



国道236号野塚峠の融雪期における雪崩と土砂流出の複合災害

災害時の連続雨量は288mm、時間最大雨量は35mm/hであった。また、積雪深は175cmで最大厚から31cm減少していた。



103

平成30年3月9日

弱い地質に注意

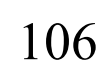
- ・特定の地質に災害が集中することがある
(広域地質に注意)
- ・未固結層、軟岩、風化岩での災害が多い
(軟質な地質に注意)
- ・風化が進んだ古い切土のり面に被災が多い

〈地質圖 凡例〉



軟質な地質で斜面災害が多い

シームレス地質図(産総研)²⁶⁾に道路等の地盤災害箇所を加筆



強風化切土のり面での崩壊例

(平成22年奄美大島豪雨災害(龍郷町浦の岩盤崩壊))



- ・切土のり面の上半部～尾根で崩壊。
- ・地質は四万十帯の砂岩頁岩で強風化。
- ・平成22年の奄美大島災害では自然斜面の崩壊に比べ切土のり面の大規模な崩壊が多い。
→老朽化した切土のり面の緩みや風化が影響か。風化の強い地域は点検・災害復旧も地山の状態を確認のこと。

107

岩盤の開口亀裂、弱層に注意

- ・岩盤も劣化・変形して不安定化する。それが、開口亀裂や弱層として現れる。これを見逃さないこと。

108



弱層による崩壊の例 (奈良県国道169号(2007))

小規模な崩壊が2回ほど続き、片交にして作業を実施していたところ、大規模に崩壊し、3名が亡くなった。被災前には特に強い雨は降っていない。 109



崩壊箇所の推移

110



169号の災害からわかること

- ・出尾根の遷急線付近の切土で発生
 - ・流れ盤の亀裂(節理・小断層)による平面滑り
 - ・亀裂面の上下で岩盤状態が違う(上は劣化、下は新鮮)
 - ・亀裂面付近は特に劣化が著しい(弱層化)
 - ・亀裂面は一部断続しつつ**ほぼ連続**していたのでは
 - ・上記亀裂面の一部は崩壊前に**既に開口**していたのでは
 - ・亀裂面の走向傾斜は一部のり面に露出する方向
- のり面に連続・一部開口した亀裂が露出していたかも(植生等で見えなかったと思われるが)

教訓: ・ほぼ連続した流れ盤の亀裂があり、特にその亀裂面の一部(全部)が劣化・開口していたら要注意(仮に吹きつけ等の場合でも、吹きつけの亀裂の分布、変形量などに注意)

・小規模な崩壊は、大きな崩壊の前兆かも知れない。亀裂状況などを確認し、必要に応じて専門調査を。

113



亀裂の分離による岩盤崩壊の例

(2002.11.9 岡山(勝山町 国道313号))

114



亀裂の分離や変形 による崩壊の例

(1997.8.25 北海道(第二白糸
トンネル 国道229号))

115

以前の地震でゆるんだ岩盤 斜面の小崩壊例



岩手・宮城内陸地震後
(H21.6月)

→ (教訓) 過去の崩壊
部に隣接するゆるみ範
囲も調査・対策検討を

東日本大震災後 (H23.4月)

岩手県一関市巖美町下真坂(一般国道342号)のやや一関側
(岩手・宮城内陸地震で落ち残った古いモルタル箇所が崩壊)

116

構造物の変状に注意

・岩手・宮城内陸地震では、災害前から剥離、亀裂、はらみだしのある(凸部)吹き付けのり面での被災が多かった。

→高度成長期に建設した日本の道路も、近年老朽化が著しい。のり面・斜面もその視点で精査を。

117

災害事例：岩盤崩壊（H19.8）

吹付のり面で発生、崩壊土量600m³
上下線とも通行止め
被災車両なし
地山の長期的劣化による

防災カルテ点検（H18実施）において
今回の崩壊位置に新たな亀裂および
はらみだしが確認された。



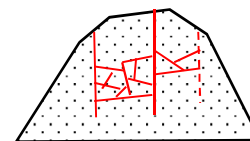
所見（点検時の留意点）：

- ・新たな亀裂が発見された場合には、はらみだしの有無、亀裂のズレや開口の程度、亀裂の系統性等を確認し、地山の変状によるものかどうかの検討が必要
- ・特にはらみ出しが認められるものは崩壊の前兆として要注意であり、対策の検討が必要であるとともに、変状の進行について重点的に点検を行うことが必要

2007.8 福島県

118

劣化した構造物が崩壊した例 (岩手・宮城内陸地震の例(H8点検との比較))



平成8年度

H8 亀裂・剥離が顕著

⇒H20地震で崩壊

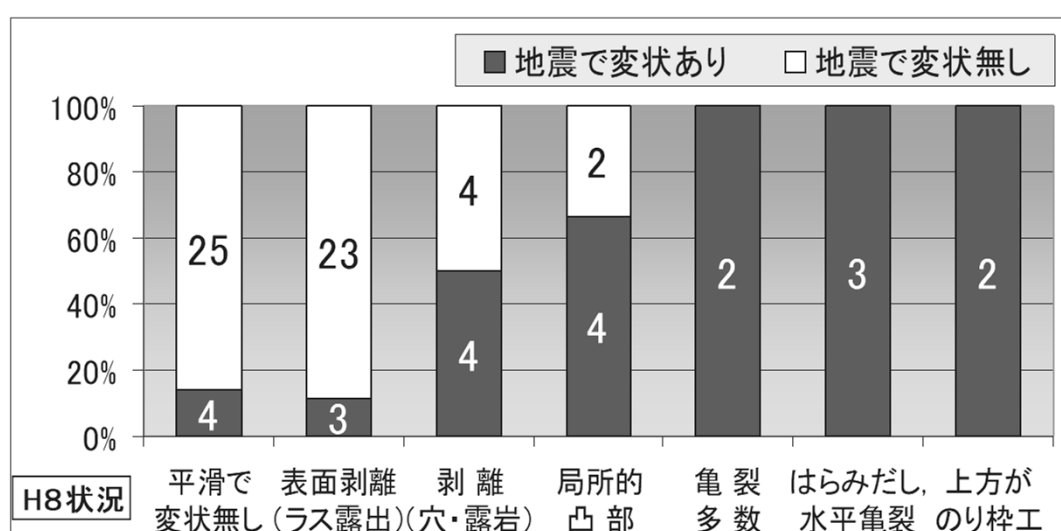
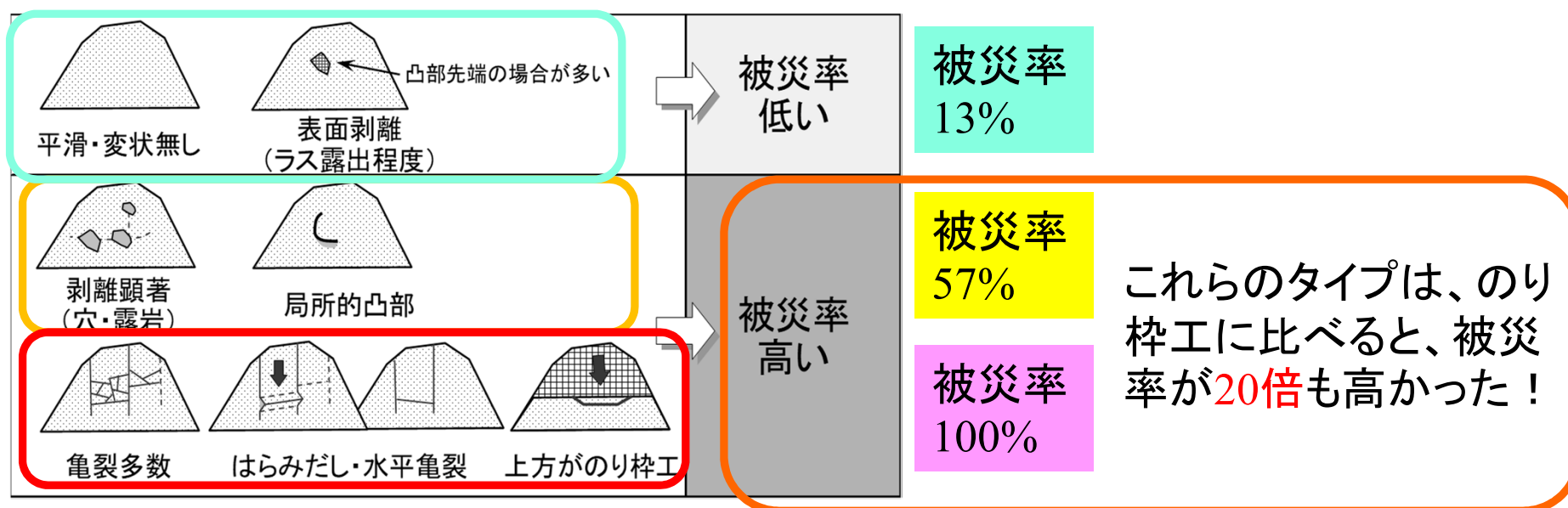


398号

平成20年6月

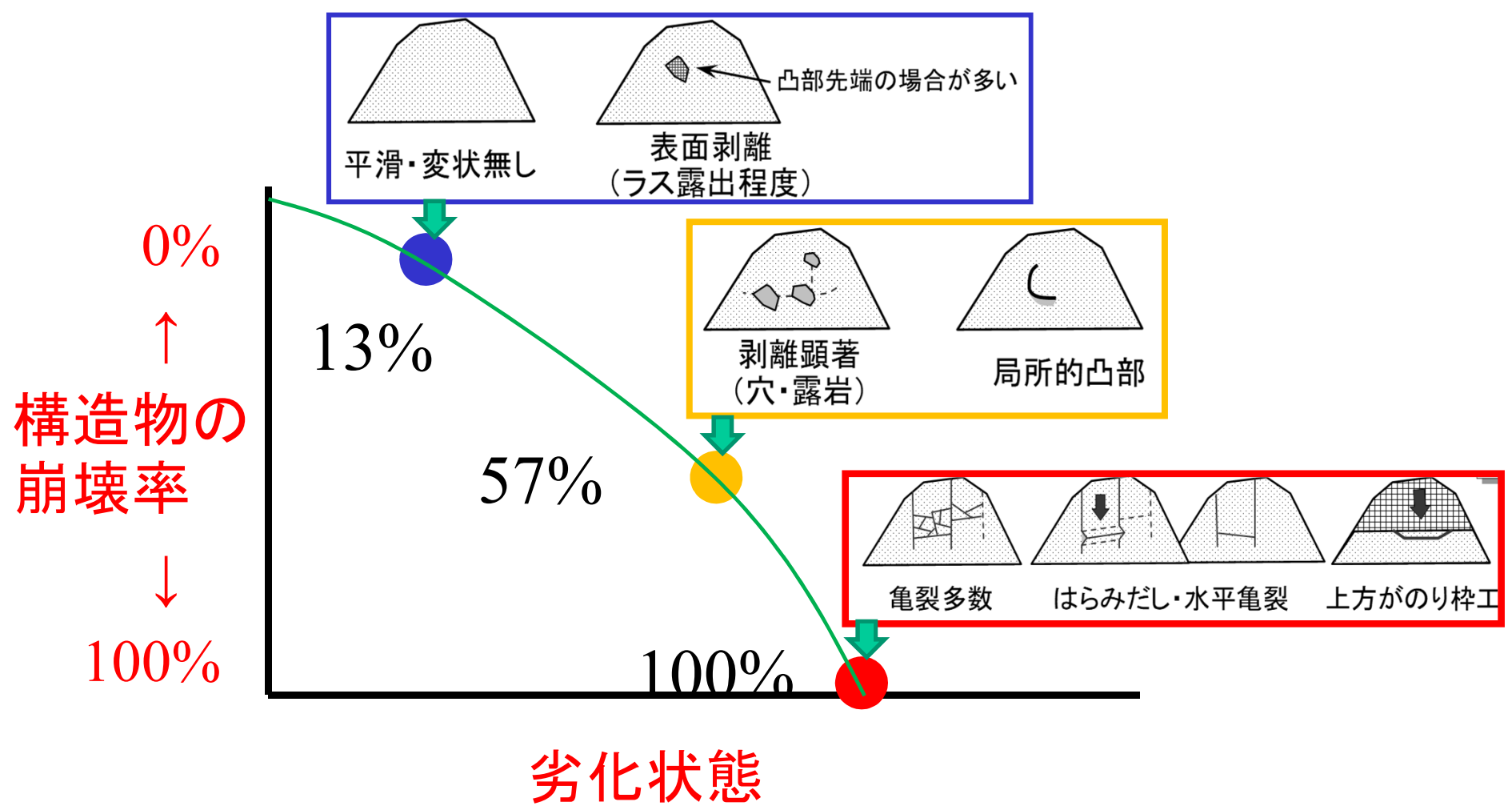


119



モルタル吹付工の劣化度と被災率の関係 (岩手・宮城内陸地震の国道397号)

120



劣化状態とモルタル吹付工の崩壊率の関係
(H20岩手・宮城内陸地震時)

121

トンネル坑口、橋のアバット部など
の斜面に注意

トンネル坑口上方の谷型自然斜面の土砂崩壊例

- ・連続雨量94mm(5時間)、最大時間雨量52.5mmの降雨により発生
- ・土砂の一部が路面に流出



123



橋梁アバット部の斜面変状の例

(国道397号尿前溪谷橋。供用開始前に岩手・宮城内陸地震で被災) 124



橋の方向

斜面変動により橋台部分が40cm程度ずれたが、岩盤が受け盤構造のため小変位で停止

橋のアバット部は、のり面斜面としての確認が手薄になりやすいので注意。

125

河川の攻撃斜面部にある橋梁基礎下の斜面の浸食例



- ・連続雨量491mm(7時間)、最大時間雨量115mmの降雨により発生
- ・もとの河岸(黒点線)から15~20m程度浸食・後退
- ・火山礫凝灰岩の下位に未固結の砂礫層(厚さ5m程度)

河川の攻撃斜面に相当する場合は水位想定と護岸等の対策が適切かどうかの検討が必要

126

施工時の情報 (地質状況、小崩壊など)にも着目

127



鳥取自動車道智頭ICランプでの崩壊(H23. 5月)₁₂₈



施工時の状況(事務所資料より)

129

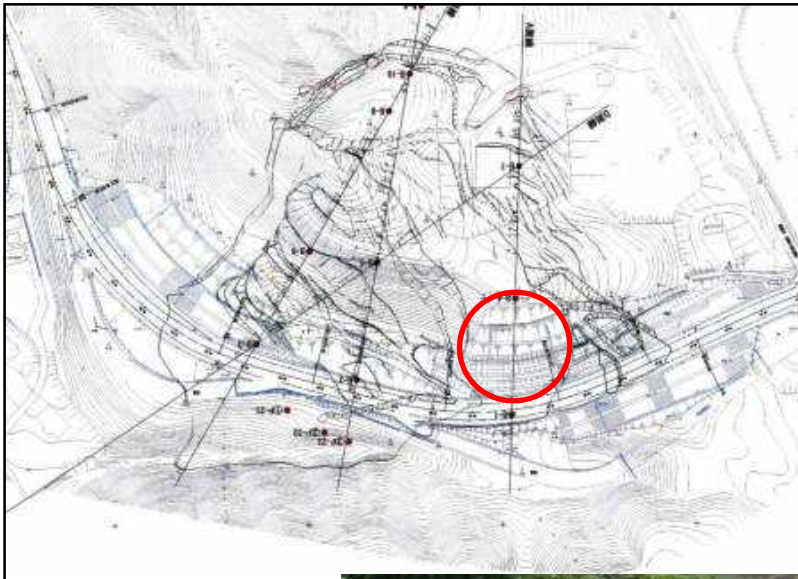


流れ盤の弱層による大規模
岩盤地すべり例(東日本大震
災の4月11日余震による)

上釜戸地すべりによる県道の被災

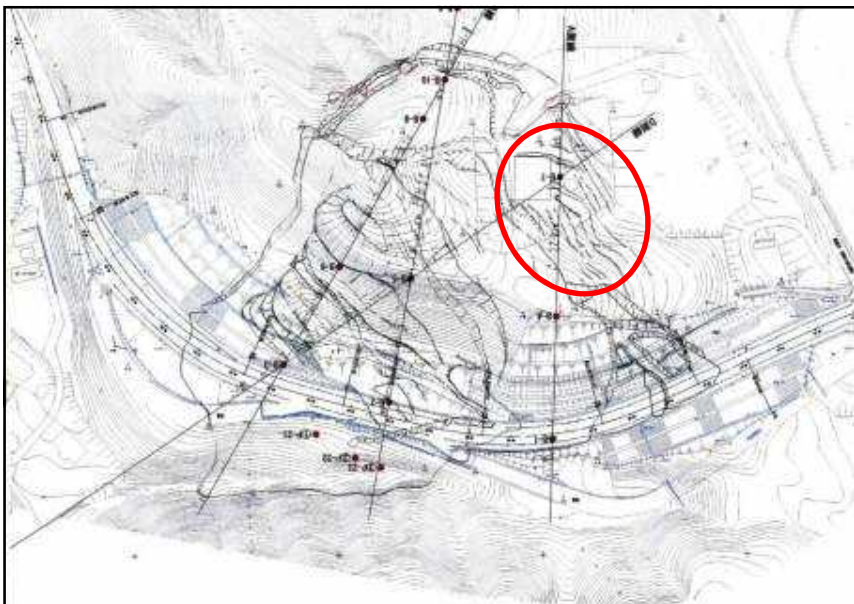
(写真提供: 福島県)
赤破線: 地震で発生した地すべり範囲
青矢印: 地すべりの概略移動方向

130



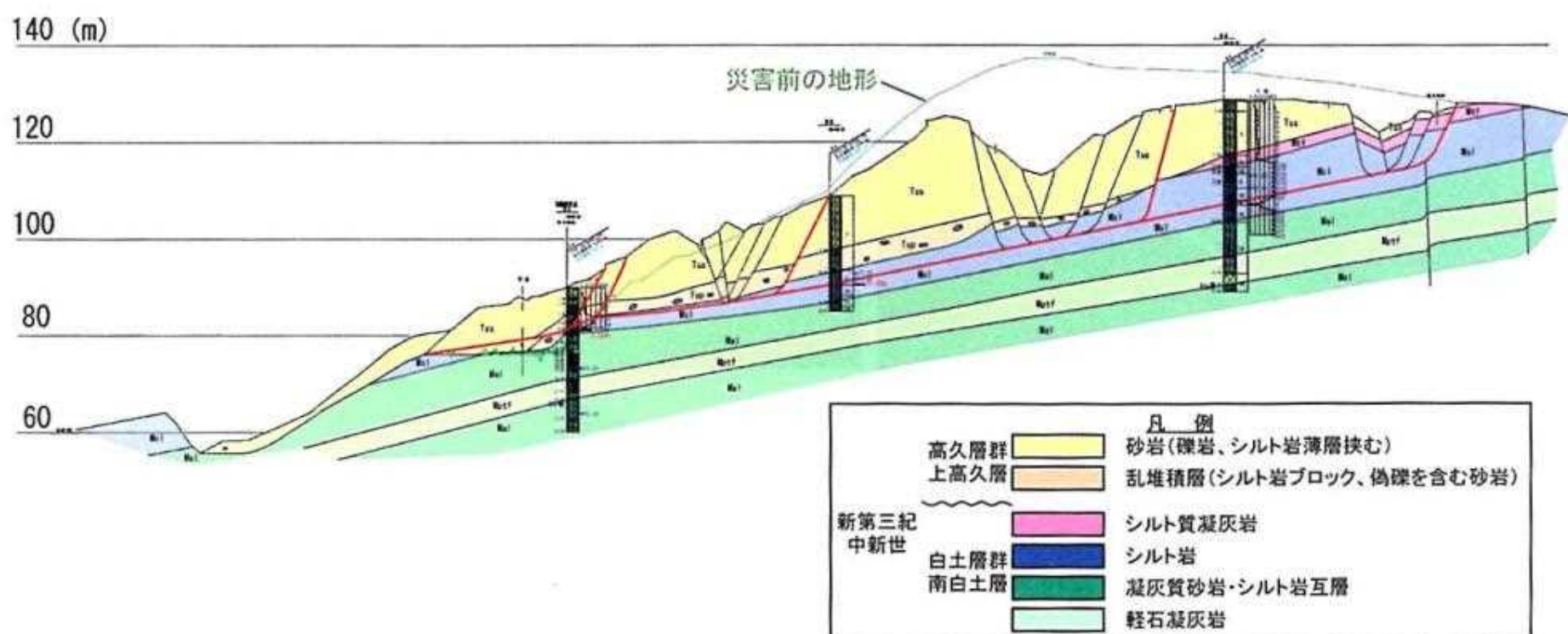
・新第三紀の凝灰岩質堆積岩。
 ・末端部の切土のり面に施工されていたグラウンドアンカー工が被災。
 →切土施工時に地すべり変動があり、アンカー施工した箇所

131



東側 側背後部の引張領域

132



上釜戸 断面図

(東日本大震災 その被害と特徴, P.47(株)応用地質)より引用)

(教訓) 流れ盤中に連続性の高い弱層が分布する可能性のある個所を抽出する必要

133



すべり面 (もともとテクトニックな破碎が見られる層理面で滑り) 134



→（教訓）過去に変状を生じた流れ盤の堆積軟岩斜面では、地震時等に弱層沿いに大きく滑る場合あり。留意して点検を。



地すべり中央部付近
のボーリング
(福島県掘削)¹³⁵

・変状等の時間的变化

- ・地震（降雨）後しばらく斜面は不安定。小落石などが見られないか、常に意識する。（地震後は通常の雨の半分程度で災害が発生し始める。緊急点検時など注意）
- ・劣化や変形などの時間変化を気にすること。（のり面・斜面の老朽化による変化に注意）

地震後の崩壊の例

(岩手・宮城内陸地震後の国道398号の例)



危険な箇所には近づかない。小落石などにも注意

137



地震後の崩壊の例

(2003.10.1 北海道(静内 道道111号))

地震後数日してから崩壊。もともと落石や災害履歴が多いところであった。

138

時間経過とともに劣化した事例

落石の大きさは、
7m×1.2m×1.3mである。落石は
路面を15mにわたり転がり、山側
の測線で停止した。ハンマー打撃
で金属音がするほど硬く、凝灰岩
から構成されていた。

落石経路

落石

1.7m×1.2m×1.3m

平成29年3月28日

139

落石が発生した自然斜
面の全景(ラジコンヘリコ
プターにより撮影)

落石は傾斜約40～60°
の自然斜面の比高約
70mから落下し、道路ま
で達した。斜面には、落
石防護網、落石防護擁
壁、落石防護柵が設置さ
れていた。

発生源(高さ約70m)

落石防護網

落石経路

落石防護擁壁+落石防護柵(H=4m)

雷電トンネル

敷島内トンネル

到達位置

140

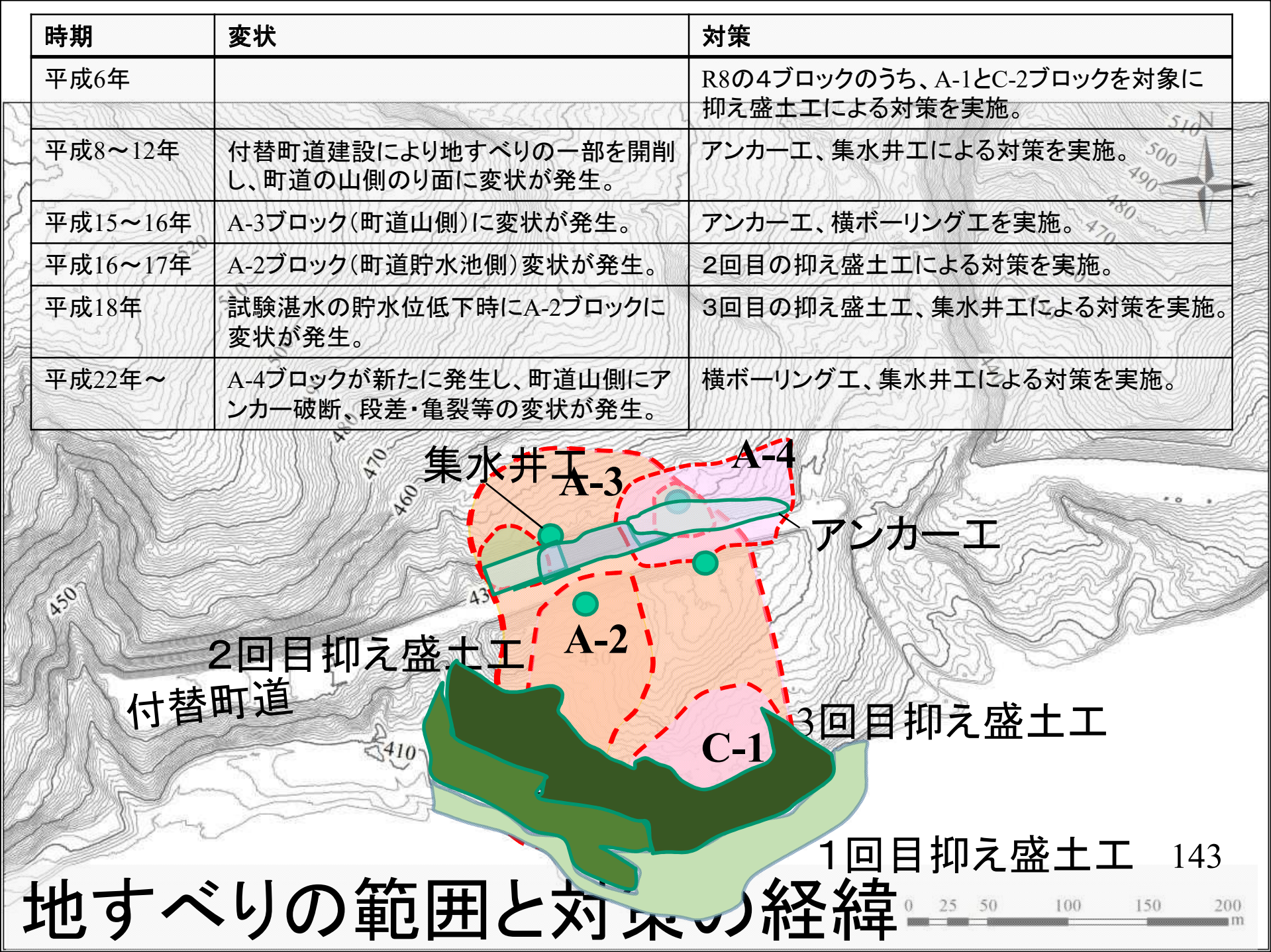


141

比高約70mの斜面に直径1m程度の穴が認められた。ここが落石発生源と推定される。円礫を含む地層が露出していることから、段丘礫層が長年にわたり表面水に侵食され、円礫が抜け落ちたと考えられる。

・異なる変状を**関連づけて**考え、**原因や機構**、劣化・変形度（**緊急度**）などを明確に

- ・様々な変状は同一の原因によるかも知れない。関連づけてみることで、原因や機構が見えてくる。
- ・原因・機構がわかると、緊急度も判定しやすくなる。

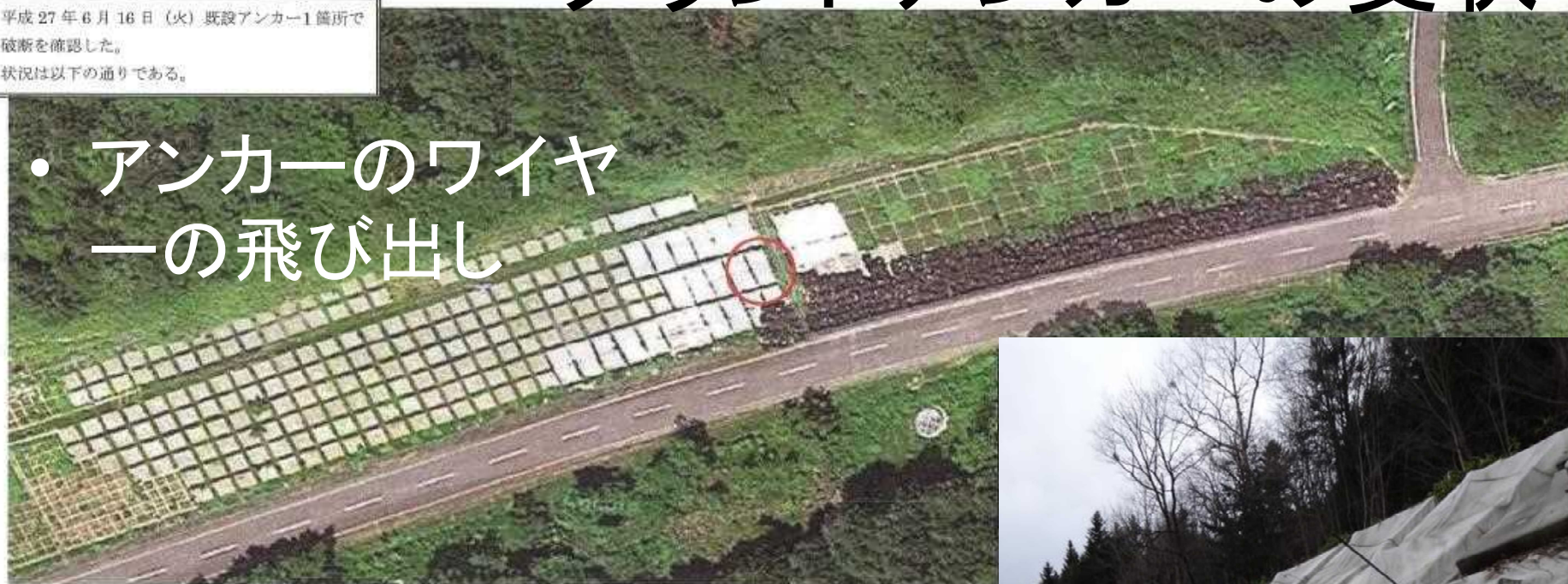


【参考資料】被災状況

平成 27 年 6 月 16 日（火）既設アンカー1箇所
破断を確認した。
状況は以下の通りである。

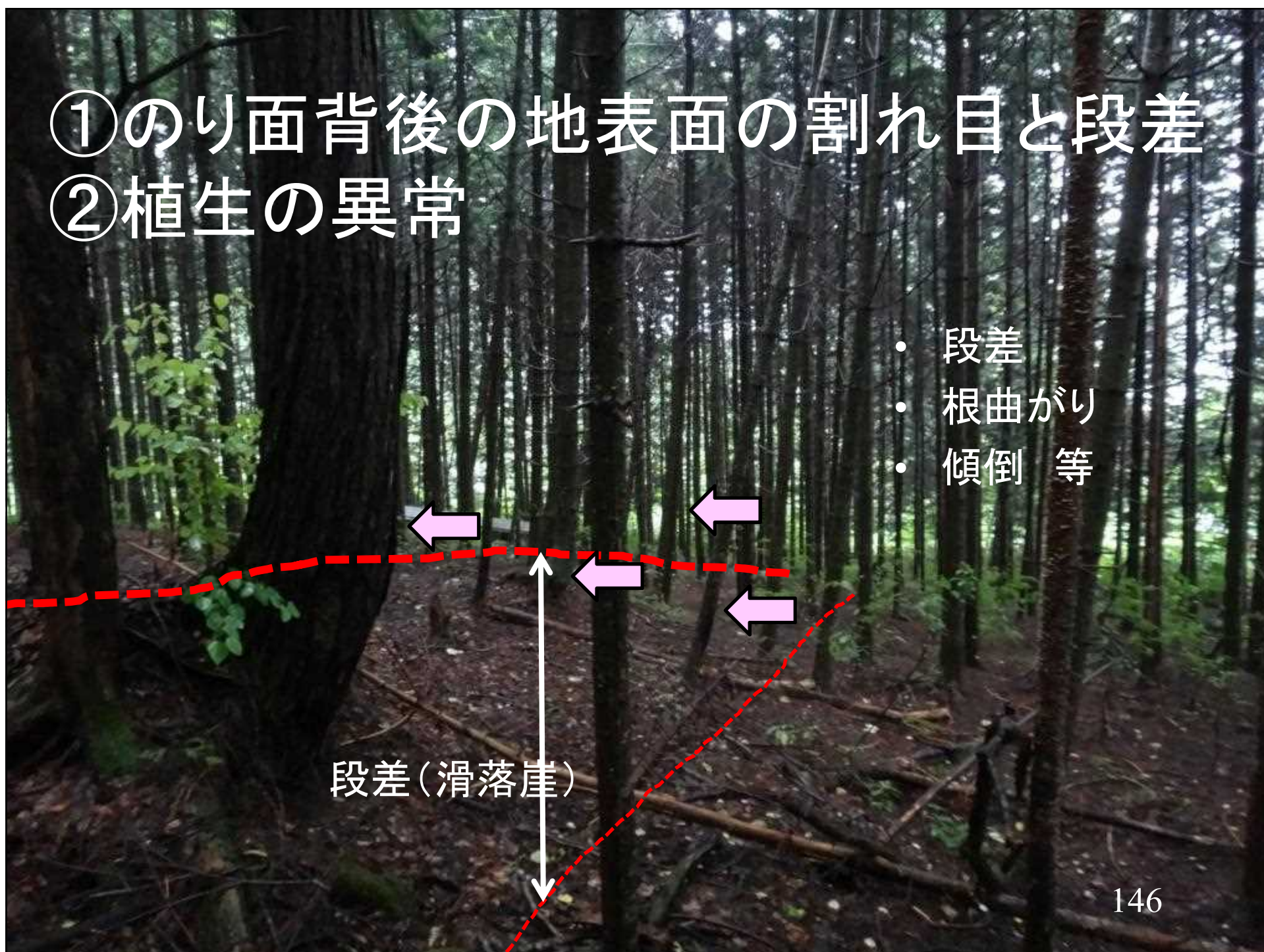
グラウンドアンカーの変状

- アンカーのワイヤーの飛び出し



- ①のり面背後の地表面の割れ目と段差
- ②植生の異常

- 段差
- 根曲がり
- 傾倒 等



まとめ

- ・防災点検は一定の効果を上げたが、点検から漏れる災害も。
→近年の災害に学ぶ姿勢が重要。
- ・通行規制区間外の災害も多い。
→通行規制区間外にも注意を。
- ・点検のポイントは、地形、地山の変状、構造物の変状、水など。
→これらを「関連づけ」て、災害の原因・機構を突き詰めることが適切な応急対策・恒久対策につながる。
- ・既存の点検に加え、下記の工夫により、信頼性の高い点検に。
 - ①災害特性や地域特性にあった点検
 - ②ハザードマップの活用
 - ③データ蓄積型の点検、点検時のデータ活用
 - ④老朽化・劣化への着目(アセットマネジメント)

147

引用文献

1. 伊藤(1997): 防災点検と道路防災対策の方向, 砂防学会誌, Vol.50, No.2, pp.36-41.
2. 武部健一(2015): 道路の日本史 - 古代駅路から高速道路へ, 中央公論新社, 253p.
3. 道路管理瑕疵研究会(2015): 道路管理瑕疵判例ハンドブック(第三次改訂版), ぎょうせい, 410p.
4. 中部地方整備局(2019): 雨量通行規制区間情報, http://mobile.chubu-its.jp/cb_ksy_ktihp/KtiDsp.exe?mno=4&pno=21.
5. 渡 正亮(1971): 国道150号線大崩海岸の崩落事故について, 地すべり, Vol.8, No.1, pp.41-42.
6. 池島 功(1989): 福井県越前海岸国道305号線のがけ崩れ, 写真測量とリモートセンシング, Vol.28, No.5, pp. 2-3.
7. 豊浜トンネル崩落事故調査委員会(1996): 豊浜トンネル崩落事故調査報告書, 北海道開発局.
8. 国土交通省道路局(2017): 道路土工構造物点検要領の制定について, <https://www.mlit.go.jp/common/001191489.pdf>.
9. 大日向昭彦, 日下部祐基, 伊東佳彦(2012), 北海道の国道斜面災害の履歴分析結果について, 寒地土木研究所月報, no.712, pp.24-31.
10. 倉橋稔幸(2013): 2012年春季の融雪による土砂災害, EPOCH, 日本応用地質学会北海道支部・北海道応用地質研究会, No.67, pp.7-10.

148

11. 伊藤 驍(2003), 2. 融雪期の地すべり要因と地すべり統計, 日本雪工学会誌, 第19巻, 第1号, pp.24-27.
12. 野地正保(2003), 4. 北海道における融雪と地すべり, 日本雪工学会誌, 第19巻, 第1号, pp.33-38.
13. 中峠哲朗, 渡辺康二, 太田泰雄, 近藤政司, 高瀬信忠, 中俣三郎(1983), 新潟県における融雪地すべり発生回数と連続融雪期間, 雪氷, 第45巻, 第2号, pp.73-79.
14. 倉橋稔幸, 吉野恒平, 日外勝仁, 角田富士夫, 伊東佳彦(2018): 融雪を考慮した斜面災害発生評価の現状と課題, 平成30年度日本地すべり学会・北海道地すべり学会設立40周年記念講演・シンポジウム予稿集, pp.24-27.
15. 矢島良紀・倉橋稔幸(2016): 融雪斜面災害の誘因となる融雪量推定手法に関する研究, 寒地土木研究所月報, No.754, pp.28-34.
16. 松浦純生・竹内美次・浅野志穂・落合博貴(1996): 山地斜面における強風時の融雪特性, 水文・水資源学会誌, Vol.9, No.1, pp.48-56.
17. 松浦純生(1998): 融雪を誘因とした地すべり発生予測における諸問題, 地すべり, Vol.34, No.4, pp.39-46.
18. 清水文健・井口隆・大八木規夫(2012): 1:50,000地すべり地形分布図, 第50集「名寄」, 防災科学技術研究所.
19. 札幌管区気象台(2016): 平成28年8月を中心とした大雨について～相次いだ台風と前線停滞～, 第1回平成28年8月北海道大雨激甚災害を踏まえた水防災対策検討委員会, 北海道開発局,
http://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/kawa_kei/ud49g7000000e0jc-att/ud49g7000000e5q9.pdf.

149

20. 川端伸一郎(2016): 気象状況の概要, 「平成28年8月北海道豪雨による地盤・地すべり災害調査団」報告会,
https://jiban.or.jp/index.php?option=com_content&view=article&id=1910&Itemid=29.
21. 室蘭開発建設部, 帯広開発建設部, 東日本高速道路(株)北海道支社(2016): 平成29年秋頃を目標に国道274号日勝峠の通行止め解除,
http://www.hkd.mlit.go.jp/ky/ki/kouhou/ud49g7000000xh76-att/29_r274_1.pdf.
22. 小野有吾, 平川一臣(1975): ヴェルム氷期における日高山脈周辺の地形形成環境, 地理学評論, Vol.48, pp.1-26.
23. 山本建志郎(1986): 狩勝峠～日勝峠周辺の斜面堆積物, 東北地理, Vol.38, No.1, p.70, 1986.
24. 山本建志郎(1989): 完新世における日高山脈北部の周氷河性斜面堆積物の移動期, 第四紀研究, Vol.28, No.3, pp.139-157.山本(1989)
25. 清水長正(1989): 夕張山地南部・日高山脈西部における最終氷期から完新世初頭にかけての斜面安定性の垂直的変遷, 第四紀研究, Vol.28, No.3, pp.159-170, 1989.
26. 国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センター(2019): 地質図表示システム 地質図Navi, <https://gbank.gsj.jp/geonavi/>.

150